



# NATURFAG

## Innhold

Portrettet	05
Charles Darwin og den gode idé	08
Den farlige evolusjonsteorien	11
Charles Darwin – en livshistorie	13
Å lære evolusjon – er det å forstå livets logikk?	16
Myter om evolusjon	20
Nordiske elevers forståelse av og interesse for biologisk evolusjon	22
Evolusjonsteorien og dens historiske misbruk	25
Charles Darwins kjærlighetsforhold til rund soldogg	29
Darwin i Pakistan	32
Medieanalyse i biologitimen?	34
Forskning: Fusk eller fakta?	38
Frøet	42
Der mygg svømmer og dørnfluer lever lenge	45
Aktiviteter som stimulerer diskusjon og argumentasjon	52
Partikkelmodellen, 3 aktiviteter	58
“Tellus har feber” Storyline	62
Konferansen “Forskerspiser i barnehagen”	66
Nysgjerrigper: Sukkersøt forskning	68
Undervisningsopplegg om fornybar energi	72
Spennende farger fra naturen, plantefarging	74
Tettegras m/elevaktivitet	78
Blærerot	82
På sommerskole i Canada	84
Tur til Nordvest-passasjen i Canada	86
Romkofferten	88
Steinspill	89
Naturfag som læringsarena for grunnleggende ferdigheter	90
Bokomtaler	91

LEDER



## NATURFAG

Utgitt av  
**Naturfagsenteret**  
(Nasjonalt senter for  
naturfag i opplæringen)

Nummer 1/2009

Redaktør  
**Anders Isnes**

Redaksjon  
**Anne Lea, Wenche Erlien**  
**Siv Flæsen Almendingen, Jørn Nyberg,**  
**Anne Kristine Byhring og Lise Faafeng**

Redaksjonssekretær og layout  
**Lise Faafeng**

Adresse  
**Postboks 1099, Blindern 0317 Oslo**

Telefon og e-post  
**22 85 50 37/22 85 53 37**  
**anders.isnes@naturfagsenteret.no**  
**post@naturfagsenteret.no**

Toppfeltikon  
**Gro Wollebæk**

Trykkeri  
**07**

Forsidefoto  
**Lise Faafeng**

Opplag 5000  
ISSN 1504-4564

Neste nummer  
kommer i oktober 2009.  
Frist for innsending 10.08.09

Kopiering fritt til skolebruk, men  
forbudt i kommersiell sammenheng.

Abonnement er gratis.  
Send e-post til [post@naturfagsenteret.no](mailto:post@naturfagsenteret.no)

## Året 2009 – Verden ble ikke den samme

*Darwin – Verden ble aldri den samme* er tittelen på en bok som kom ut i anledning Darwinåret nå i år. Den er omtalt annet sted i dette nummeret av Naturfag. Darwinåret er egentlig en dobbelfeiring: Det er 150 år siden det revolusjonerende verket *Artenes opprinnelse* kom ut (1859) og det er 200 år siden Darwin ble født. Dette nummeret av Naturfag er derfor viet evolusjon som tema, og dere vil finne ulike innfallsvinkler til dette temaet i mange av artiklene og aktivitetene. Jeg håper at leserne finner nyttig informasjon og refleksjoner om evolusjonen her. Det hører med til allmennbildningen å vite noe om naturvitenskapens kunnskap og teori om utviklingen av livet på jorda. Men det er også viktig at lærere er godt orientert om de alternativene som elever møter gjennom medier, venner og familie.

Hvilke innvendinger og kritiske synspunkter er det som framføres mot evolusjon som forklaringsprinsipp for livets mangfoldighet og utvikling? Som fagdidaktikere i naturfag framhever vi hvor viktig det er å kjenne til og ta i bruk elevenes alternative forestillinger i undervisningen. Vi må gå opp noen grenser mellom hva vitenskapen har som forklaringer på fenomener og hva som er typiske forklaringsmodeller blant elever. Ved å gå opp disse grenseoppgangene kan vitenskapens syn tre klarere fram. Det er derfor gjennomført mye forskning på elevers alternative forklaringsmodeller. Selv om ulike syn på livets opphav og utvikling dreier seg om mer dyptgripende problemstillinger enn faglige misforståelser, handler det om å drøfte hva naturvitenskapens vesen er. Det er derfor underlig å registrere at en meget framtreddende forsker, professor Michael Reiss, ble fratatt jobben som Director of Education ved the Royal Society i London, fordi han i et foredrag hevdet at slike temaer også bør behandles i skolens naturfag. Ikke som rent faglige misforståelser, men som oppfatninger som er knyttet til blant annet livssyn. Han pådro seg manges biologers vrede og måtte fratse stillingen. Han gjestet nylig Universitetet i Oslo med seminar og gjesteforelesning. I ingressen til omtalen av besøket kunne vi lese:



*“Creationism and intelligent design are becoming more widespread. I will examine possible relationships between science and religion before going on to consider how science teachers might deal with creationism in their classrooms when teaching evolution or cosmology.”*

Det er tydelig at mange følelser fortsatt settes i sving når dette temaet bringes på bane, og elever møter disse problemstillingene enten vi liker det eller ikke. Lærere bør ha reflektert over hvordan de møter slike utfordringer.

Året 2009 har satt ekstra fart på debatten om evolusjonen og menneskets utvikling, fordi vår egen dinosaurekspert, Jørn Hurum, har skaffet Norge et helt unikt fossil som er 47 millioner år gammelt. Selv karakteriserer han funnet som en like stor begivenhet som det ville være å finne Noahs ark. Han sier at fossilet er den eldste forgjengeren til aper og mennesker som er funnet i god behold. Andre bruker ord som ”den største vitenskapelige sensasjonen noensinne”. Ikke er bare Norge satt på kartet med dette revolusjonerende funnet, men en ny debatt om livets utvikling og hva dette funnet bringer med seg av ny kunnskap er i gang. Dette er spennende historier å bringe inn i klasserommet, spesielt i året da vi feirer Darwin.

2009 er også et astronomisk jubileumsår. I 1609 rettet Galileo Galilei, som første menneske, et teleskop opp mot himmelen og så at jorda bare er en av mange planeter og ikke sentrum av universet. Hans observasjoner og konklusjoner endte opp med å endre vårt syn på verden, fra et geosentrisk planetsystem til et heliosentrisk planetsystem der sola er himmellegemet som planetene og jorda roterer rundt. Dette var revolusjonerende tanker. Vi kan si det med tittelen på boka om Darwin: Verden ble aldri den samme. Året 2009 er med andre ord året da vi feirer naturvitenskapens to store gjennombrudd når det gjelder synet på vår plass i universet, hvordan livet har utviklet seg og vår egen utvikling. Jeg oppfordrer alle naturfaglærere til å sette disse viktige hendelsene på dagsorden i undervisningen.

### **Den naturlige skolesekken (DNS)**

Denne våren deltar elleve utvalgte skoler i en utprøving av et tiltak som har fått navnet Den naturlige skolesekken. Det er sikkert mange som synes at navnet minner om en annen sekk: Den kulturelle skolesekken. Mens Den kulturelle skolesekken er et tilbud om å bringe ulike kulturelle opplegg ut til skolene, så skal skolene selv være i førersetet i utvikling og gjennomføring av DNS. Naturfagsenteret er sekretariat for Naturesekken, som vi kaller prosjektet i kortutgaven, og vi hilser dette tiltaket velkommen i norsk skole. DNS vil kunne bety en ny giv til å bruke andre læringsarenaer enn klasserommet i arbeidet med kunnskapsløftets kompetansemål. Den naturlige skolesekken skal bidra til å utvikle nysgjerrighet og kunnskap om naturen, bevissthet om bærekraftig utvikling og økt miljøengasjement hos alle elever og lærere i grunnskolen.

Ideen til Den naturlige skolesekken kom fra Naturvernforbundet. Statsrådene i Miljøverndepartementet og i Kunnskapsdepartementet tente på ideen og satte i gang planleggingsarbeidet i 2008. De elleve skolene har fått kr 100 000 hver for å utvikle og gjennomføre undervisningsopplegg som tar i bruk læringsarenaer utenfor klasserommet. Disse undervisningsoppleggene skal komme andre skoler til gode ved at de publiseres på nettstedet for Den naturlige skolesekken: [www.naturesekken.no](http://www.naturesekken.no).

Intensjonene med Den naturlige skolesekken er ganske ambisiøse. Den skal legge til rette for at elever får økt kunnskap om helse og livsstil, natur- og miljøvern både i et etisk, samfunnsmessig og naturvitenskapelig perspektiv. Den naturlige skolesekken skal være faglig forankret i Kunnskapsløftet i fagene

# LEDER

naturfag, samfunnsfag, kroppsøving og mat og helse. Vi vet at flerfaglige opplegg ikke alltid er like lett å få til i skoler med stramme timeplanføringer, men vi vet også at skoler som har visjoner og klare mål for elevenes læring, får til det de setter seg som mål.

Sett fra naturfagets ståsted er det interessant at departementene ønsker at forskerspiren skal være en grunnleggende metode i alle de involverte fagene. Det skal med andre ord legges opp til utforskende arbeidsmåter, der nysgjerrigheten er drivkraft og elevenes egne hypoteser skal undersøkes gjennom systematiske observasjoner og eksperimentering.

De fem grunnleggende ferdighetene å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig, å kunne lese, regne og bruke digitale verktøy skal også være en viktig del av Den naturlige skolesekken.

For å stimulere skoler til å planlegge og gjennomføre prosjekter i Den naturlige skolesekken, er det altså stilt midler til disposisjon i utprøvingsfasen. Det er som nevnt også midler til pilotskolene, og de frivillige miljøorganisasjoner har fått økonomisk støtte for å utvikle materiell og andre støttefunksjoner for lærere og skoler. Frivillige organisasjoner er Norges Naturvernforbund, Friluftsrådernes landsforbund, Den norske turistforening, SABIMA, Norges Jeger- og Fiskerforbund og Stiftelsen Nordland nasjonalparksenter.

Utdanningsdirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning styrer prosjektet på vegne av departementene. Det er opprettet en ressursgruppe der alle de fire skolefagene er representert med fagfolk fra høgskolesystemet og en referansegruppe som består av de frivillige organisasjonene, Hamar friluftsskole og en representant fra pilotskolene og en fra leirskoleforeningen.

Naturfagsenterets oppgave er å koordinere dette arbeidet og utvikle et nettsted som foreløpig er i pilotfasen: [www.naturesekken.no](http://www.naturesekken.no). Her kan skoler som ønsker å ta i bruk Den naturlige skolesekken i undervisningen, finne informasjon, forslag til undervisningsopplegg som er prøvd ut, nettressurser, pekere til andre aktuelle nettsteder, kontaktadresser med mye mer. Nettstedet er som sagt under utvikling.

Departementene skal ha rapport fra vårens utprøving sommeren 2009, og den vil danne grunnlaget for det videre arbeidet med Naturesekken. Følg derfor med på nettstedet. Naturfagsenterets mål er at Den naturlige skolesekken skal bli et tilbud til hele skole-Norge, med gode eksempler på undervisningsopplegg som skoler lokalt kan bruke som utgangspunkt for egne planer. Det finnes midler som kan stimulere til aktiviteter og læring utenfor klasserommet. Jeg tror det ligger et stort potensiale for elevenes læring, fordi det innebærer variasjon i undervisningen, motivasjon ved at undervisningen gjøres mer praktisk og autentisk og fordi den kan bidra til å bedre elevenes fysiske helse.



Anders Isnes



## PORTRETTE DAG HESSEN

# Formidlende omstendigheter i evolusjonens tjeneste

Dag Hessen formidler med glede og alvor. Han har fått Norges forskningsråds formidlingspris for sin "popularisering og formidling både i mediene og i bokform av en naturvitenskapelig, evolusjonsbiologisk teori og tankegang som premissbidrag til samfunnsdebatten". I dette portrettintervjuet deler han noen tanker om darwinismens stilling i skole og offentlighet med Naturfags lesere.

Alltid klar og tydelig og med solid faglig innhold. Det er slik mange kjenner til biologiprofessor Dag O. Hessen ved UiO fra avisartikler, bøker, foredrag, tv- og radioprogrammer, eller som engasjert foreleser ved instituttet. I forbindelse med Darwinjubileene får formidlingsoppgavene ekstra fokus i en ellers hektisk hverdag.

*Du må bruke mye tid på utadrettet virksomhet?*

- Ja, jeg gjør det. Jeg synes det er viktig å formidle og liker det også selvfølgelig, selv om det innimellom stjeler vel mye tid fra forskning. Vi kan ikke klage over manglende interesse for og rekruttering til realfag og samtidig velge å være helt usynlig i media. Å skrive bøker eller være i radioen er bare toppen av isfjellet. Det blir veldig mange henvendelser med spørsmål og forespørsler om fordrag. Men vi har jo tre plikter, forsknings-, undervisnings- og formidlingsplikten. Rangerer du de tre pliktene så kommer de i den rekkefølgen for nesten alle. Undervisning er morsomt, men tar ofte mye tid. Dermed blir formidling en salderingspost, noe du gjør i den grad du har tid, lyst og overskudd. Alle ser at det er viktig at faget bringes ut, så jeg får veldig mye positiv tilbakemelding fra kollegaer. Men det er klart at hvis du skal bli akseptert som formidler i fagmiljøet må du også være aktiv på forskningsfronten. Jeg ser definitivt på forskninga som den primære aktiviteten min. De to tingene henger sammen,



men mesteparten av det jeg formidler er perifert i forhold til den forskningen jeg driver. Selv om jeg jobber med evolusjonsbiologi, forsker jeg ikke på Darwin eller mennesket. Forskning og formidling blir to ganske atskilte aktiviteter, føler jeg.

*Hva er det du forsker på?*

- Jeg er zoolog, men har jobbet spesielt med problemstillinger knyttet til vann, vannforurensning og organismer i vann. Nå jobber jeg mest med to svært forskjellige tema, biogeokjemiske sykluser i økosystemer koblet til klima, og evolusjon av genomsørrelse hos organismer. Organismer har ekstremt forskjellig

## PORTRETTET DAG HESSEN

mengde DNA i sine celler, det meste koder ikke for protein, og spørsmålet er hvorfor det er slik og hvilke konsekvenser det har for ulike organismer.

### *Hvor kommer interessen for biologi fra?*

- Jeg har alltid vært ekstremt interessert i natur og var ute og hang opp fuglekasser, kikket og samlet på alt mulig. Det har vært nesten som et kall helt siden jeg var liten. Så kan man jo undre seg på hvor sånt kommer fra. Det er vel en blanding av arv og miljø, og det har nok med tidlig stimulans å gjøre. Foreldrene mine var flinke til å ta meg med ut. Dessuten hadde jeg en svært dyktig naturfaglærer som inspirerte meg på barneskolen. Han var en tørrpinn i klasserommet, en rektor av den gamle typen. Men det skjedde en magisk forvandling når han kom ut i skogen. Da var han en helt sånn Linné-type. Da boblet han av kunnskap og entusiasme. Han var helt åpenbart en medvirkende årsak. Dessuten hadde vi Hafslund og Fjellstad på tv. De var store guruer for oss den gangen og gode eksempler på betydningen av entusiaster i media.

### *Hvordan tror du Darwin hadde hatt det som elev i dagens norske skole?*

- Jeg tipper han ville vært litt innadventd som han var den gangen. Han var ikke noen mønsterelev, så han ville nok plukket ut de bitene han var interessert i. Men det måtte jo ha vært et eventyr for ham å få se hvordan fagfeltet hans har blitt en sentral del av biologien, et premiss, og fått høre om alt som han sjøl ikke hadde noen peling på, som gener og arv. Mye av det som for han var et lappeteppe av innsikter, danner nå en større helhet og logisk kontinuitet. Vi har nå enorme kunnskaper fra cellekjerrens innerste struktur til økosystemer, problemet nå er selvsagt å ha en oversikt. Nå gis svarene på mye av det som han tumlet med. Det sies at det meste av biologien henger på evolusjon, hele dynamikken fra gener til økosystemer. I løpet av de siste 150 årene har evolusjonsteorien blitt en rød tråd og et premiss. Jeg har vært med på å skrive lærebøker for videregående skole hvor vi bruker evolusjon som et grunnleggende premiss, så jeg tror han ville vært ekstremt fornøyd.

### *Darwin hadde ikke et lineært skoleløp?*

- Det er en ganske interessant likhet mellom ham og Linné. Ingen av dem var noen skolelys. Begge var litt monomane typer som likte å gå rundt og samle. De begynte begge på medisin litt motvillig. Mens Linné fullførte, tok det ikke lang tid før Darwin hoppet av. Ikke fordi han ikke klarte det intellektuelt, men det var disse blodige amputasjonene. Han var en sart person som ikke tålte blod i det hele tatt.

### *Er det noe igjen av biologien fra den gangen i dag?*

- Mye av hans økologiske innsikter er jo gyldig den dag i dag, og grunnrissene i evolusjonsteorien hans gjelder. Samtidig kan du si at det på mange måter har skjedd mer fra Darwin og fram til i dag enn det skjedde fra Aristoteles, eller i hvert fall fra Linné, til Darwin. På 2000 år skjedde det egentlig ikke så mye i biologien, men etter Darwin har det har vært en ekstrem eksponentiell vekst i kunnskapstilfanget. Det gjelder jo kanskje alle fag, men spesielt i biologien.

### *Hvordan opplever du situasjonen for darwinisme i Norge i dag?*

- Jeg opplever at darwinismen i stor grad er akseptert nå – her til lands. Men du skal ikke mer enn drøyt 20 år tilbake før vi hadde den siste store Darwindebatten i skolen. Kjell Magne Bondevik var Kirke- og undervisningsminister. Han ville endre formålsparagrafen for skolen og sidestille skapelsesberetningen med evolusjonslæren. Sannsynligvis var dette basert på en misforståelse, Bondevik var nok feilinformert. Han trodde det var en fagdiskusjon rundt innholdet i evolusjonslæren. Jeg tror det var mange som ikke var klar over hvor solid teorien var, så det var mye desinformasjon – da som nå. Det var også kombinert med ubehaget ved evolusjonsteorien, fordi teorien bryter med en bokstavtro fortolkning av skapelsesberetningen.

### *Religiøse i Norge greier å kombinere evolusjon og religion?*

- Så godt som alle troende jeg kjenner aksepterer evolusjonsteorien etter Darwins prinsipp, selv om de selvfølgelig mener at Gud har en hånd på rattet. Dette er også Vatikanets offisielle standpunkt, og det synes jeg er grei pragmatisme. Darwin var også klar på at han ikke hadde noen ateistisk agenda, selv om han mistet sin tro underveis.

### *Hva er det med USA og evolusjonsteorien?*

- For svært mange er det rett og slett en bokstavtro skapelsesberetning som ligger til grunn. Jorda er 6000 år, og mennesker og aper har ikke noe slektskap. Det er interessant at en nasjon som er så ledende innen vitenskap samtidig kan ha en så ekstremt antivitenskapelig holdning. Vi ser litt av det samme mønsteret i flere andre spørsmål i USA. Du har de velutdannede i byene på østkysten, og i noen grad i California, som deler vårt syn på dette. Og så har du store deler av befolkningen som er lavt utdannet og har hele sitt sosiale virke innenfor kirkemiljøet, som forholder seg til en veldig snever type sannhet. Jeg mener at dette er betenkelig av mange grunner. Dette er et spørsmål som er større enn akkurat evolusjonsteorien, og det er et viktig poeng fordi det dreier seg om at en vestlig og så viktig nasjon kan ha

## PORTRETTET DAG HESSEN

en antivitenskapelig holdning på dette området. Du ser tendenser til det samme i klimadebatten. Der er det selvfølgelig større grunn til diskusjon, og jeg skjønner at noen kan tvile. Men vi så likevel hvordan Bush-administrasjonen spesielt valgte bort vitenskapelige holdninger og brukte sine egne tolkninger for å få kartet til å stemme med terrenget. De tviholdt på at det var kartet som var riktig, terrenget måtte justeres etter kartet.

*Hva med vår debatt rundt Joralf Gjerstad (Snåsamannen) - er det noe av det samme?*

- Det er helt klart elementer av det samme. De som tror mest på Snåsamannen, vil åpenbart være den samme gruppa som er tilbøyelige til å være skeptisk til Darwin. Men det er likevel to litt forskjellige ting. Jeg tror angsten for Darwin kan tilbakeføres til at man ønsker at det er en vilje bak det hele, og det er et forståelig ønske. Å tro på Snåsamannen er nok et ønske om at vi ikke vil at vitenskapen skal totalforklare verden, man ønsker en ukjent i livets likning. Hangen til mystisisme og uforklarlige ting stikker dypt. Jeg ser ganske pragmatisk på det. Folk må gjerne tro at det er uforklarte ting, noe det jo i og for seg også er. Men derfra og til å tro at personer som Snåsamannen kan gjøre konkrete helbredelser via mystiske påvirkningskrefter, viser at vi ikke skal overvurdere menneskelig rasjonalitet. Den går et stykke, men ikke lenger.

*Hva kan vi i skolen gjøre bedre?*

- Jeg mener det er viktig å ganske tidlig forklare hvordan vitenskap fungerer og hvor viktig vitenskap er, hva vitenskap kan forklare og hva den ikke kan forklare. Vitenskapen lanserer ikke absolutte sannheter for evigheten, men et sett med mulige forklaringer. Vitenskapens oppgave er hele tiden å fastholde det som er mest sannsynlig. Noen av disse sannhetene er nok sannheter med stor S, andre vil rett og sett bli forkastet. Det er viktig å trene opp elevene til kritisk tenkning. Derfor tror jeg det kan være en fare om læreren en stor del av tiden underviser ferdigtygde "sannheter". Det er viktig å lære at vitenskap er kritisk tenking som gjør at man stadig jobber seg framover mot større erkjennelse. Så det er en distinksjon der. Det at man ikke skal tre sannheter ned over hodet på elevene, betyr ikke at man skal relativisere heller. Men man skal forklare at dette er en sikk-sakksti der man prøver og feiler. Det er det vitenskap dreier seg om: hypoteser, prøving, feiling og verifisering.

Å stimulere nysgjerrigheten i stedet for å dunke elevene i hodet med etablerte sannheter tror jeg er riktig vei å gå. Dagens unge er ikke særlig ivrige etter å pugge ting eller å akseptere etablerte sannheter uten videre. Jeg oppfatter at de har en mye større grad

av kreativitet og er mer utprøvende enn vi var. Vi, og sikkert generasjonen før oss, var mye mer autoritetstro og aksepterte sannheter uten videre. Å trene elevene opp til å tenke som en forsker, er rett vei å gå. En forsker er en dårlig forsker dersom han nøyer seg med å pugge det andre har kommet fram til.

Men jeg tror også det er viktig at man sier at forskningen tross alt står på skuldrene av tidligere kunnskap. Vi trenger ikke stadig å spørre om jorda er rund, eller når det gjelder Darwin, om det har foregått evolusjon. Det er heller å stille spørsmål om hvordan evolusjonen har foregått. Er naturlig utvalg den eneste mekanismen – slik Darwin trodde? Det er det åpenbart ikke. Vi vet i dag uendelig mye mer enn ham om tilfeldigheter som spiller inn. Plutselig får man kromosomdoblinger som gir et hopp i evolusjonen. Darwin trodde alt skjedde veldig gradvis og gjennom langsomme, møysommelige utvalgsprosesser. Dette kan være et godt eksempel på hvor vi ikke forkaster Darwins grunnleggende tanke, men modifiserer, justerer og perfektionerer den underveis. Darwins teori om arv er for lengst på historiens skraphaug. Utfordringen ligger altså i å stimulere elevene med oppgaver der det ikke er noen fasitsvar, men hvor ett svar sannsynligvis er riktigere enn de andre.

*PISA viser at elevene skårer dårlig på evolusjonsoppgaver. Er det slik at elevene aksepterer evolusjon, men ikke skjønner mekanismene?*

- Ja, det er nok riktig. Veldig mange har et totalt feilaktig inntrykk av hva darwinisme er. De tror jo at det har ett eller annet med den sterkeste rett i samfunnet. Jeg ser det som en sentral oppgave i Darwinjubileet å få sagt hva evolusjonslæren faktisk er. At dette ikke er sosialdarwinisme sånn som mange tror. Det er en forbausende vanlig misforståelse at Darwins viktigste bidrag til samfunnsdebatten var å legitimere den sterkeste rett. Hvis dette sitter igjen som et inntrykk, er det ikke rart at mange er skeptiske.

En annen vanlig misforståelse er at menneskets natur er dominert av det aggressive og negative. Som en konsekvens av at vi har utviklet oss i sosiale relasjoner, argumenterer Darwin for at empati og moral er et viktig trekk ved mennesker. Du kan ikke ha et samfunn eller et sosialt nettverk som fungerer uten gjensidig empati eller resiprositet. Darwin er veldig klar på at disse positive egenskapene er minst like naturlig for mennesket som aggresjon og egoisme. Økonomene er mye mer kyniske enn biologene på menneskets vegne. De opererer med mennesket som en veldig snever rasjonell maksimerer av egen nytte, men vi biologer er mer fleksible og positive enn som så.

## EVOLUSJON

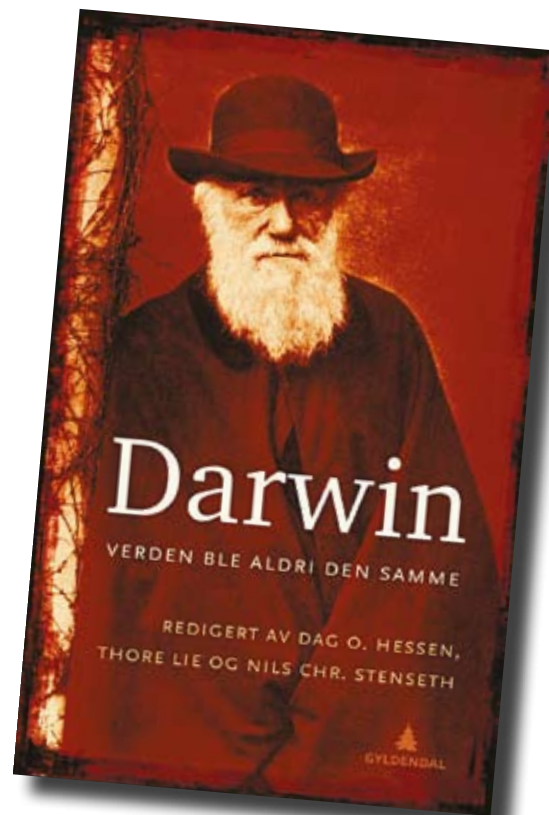
# CHARLES DARWIN OG DEN STORE IDÉ

## Charles Darwin og den store idé

Et paradigmeskifte i vitenskapen betegner overgangen til en ny virkelighetsforståelse. Paradigmeskifter er sjeldne, i vitenskapen som ellers. Det er allikevel ingen tvil om at 1859 representerer året for et av de store paradigmeskifter. Dette året publiserte Charles Darwin sin bok *Artenes opprinnelse (On the Origin of Species)*, og vi må kunne si at verden aldri ble helt den samme.

Etter dette ble mennesket uomtvistelig en del av naturen, og naturen selv måtte sees som et resultat av en gradvis utvikling der tapere og vinnere ble kåret av de utvelgelsesprinsipper som Darwin beskrev. Det er ingen overdrivelse å si at dette også innebar en erkjennelsesmessig revolusjon. «Lys vil bli kastet over mennesket opprinnelse og historie» antyder Darwin selv mot slutten av sin bok i 1859. Det var forsiktig uttrykt. Etter 1859 måtte mennesket sees i et helt nytt lys.

Den observante leser vil ha registrert at det altså er 150 år siden denne epokegjørende utgivelsen, men ikke bare det. Det er også 200 år siden Charles Darwin ble født, den 12. februar 1809 – for øvrig samme år som Jean-Baptiste Lamarck lanserte sin evolusjonsteori. Lamarcks teori viste seg riktig nok å være basert på den feilaktige antakelse at ervervede egenskaper kunne arves, men det var allikevel en visjonær teori for hvordan livet på jorda gradvis hadde utviklet seg. Tanken om et slektskap mellom alt liv og om en gradvis utvikling var altså ikke helt ny for 150 år siden, men det var først med Darwins grundige analyse, hans mange eksempler på utvikling blant planter og dyr samt hans logisk formulerte prinsipper at det ble en teori som måtte tas seriøst.



Denne artikkelen er utdrag av innledningen til boka *Darwin –verden ble aldri den samme* av Dag O. Hessen, Thore Lie og Nils Chr. Stenseth (red.) utgitt på Gyldendal Norsk Forlag, 2009.



# EVOLUSJON CHARLES DARWIN OG DEN STORE IDÉ

Darwins teori er helt essensiell for nesten all forståelse av biologiske prosesser, fra genetikk via biologisk mangfold og prosesser i økosystemer til – selvsagt – mennesket, og dermed for vår forståelse av sentrale spørsmål innen teologi, idéhistorie, filosofi og medisin. Selve evolusjonsbegrepet er for øvrig, ikke noe biologer har patent på. Det er også slik at alt i samfunnet preges av utvikling, og mange av de sentrale samfunnsprosesser er karakterisert ved en likhet med Darwins prinsipper for utvelgelse og dermed evolusjon. Utvikling, konkurranse og utvelgelse av produkter og ideer er en parallell til darwinistisk seleksjon og evolusjon. Noen produkter, designtyper og ideer vinner i konkurranse om markedets gunst, mens andre taper. Selv om det ikke er gener involvert i prosessen, så har den unektelig en prinsipiell likhet med darwinistisk evolusjon. På samme måte vil utvikling av ord, uttrykk og språk ha åpenbare paralleller til en darwinistisk evolusjon ved at språket utvikles (ordene «muterer») og endres. Representerer så dette grunnleggende, felles prinsipper for utvikling, eller er det snakk om en overflattisk likhet?

Darwins teori har naturligvis selv gjennomgått en utvikling. Selve grunnprinsippene om endring gjennom naturlig utvalg står fast, sammen med den kjensgjerning at det faktisk har foregått en gradvis utvikling av livet på jorda. Nye faglige innsikter har imidlertid gjort at moderne evolusjonsteori er vesentlig mer enn det fundamentet som Darwin selv nedla. For få år siden ble *Artenes opprinnelse* kåret til «tidenes viktigste fagbok» av 100 norske universitetsprofessorer fra vidt forskjellige fagfelt. Det sier noe om Darwins status at *Artenes opprinnelse* fikk mer enn dobbelt så mange stemmer som boka til nestemann (Sigmund Freud). Det voldsomme engasjement som Darwin og hans evolusjonsteori fortsatt vekker etter 150 år, og den motstand denne teorien fortsatt møter – også i vestlige land – viser både at det er fundamentale erkjennelsesmessige spørsmål som reises, og at opplysningstidens kamper for vitenskapelige erkjennelser fortsatt må føres.

Forut for de fleste store paradigmeskifter foregår en «modningsprosess» i den forstand at nyvinninger på andre fagfelt eller mer generelle strømninger i tiden bereder grunnen for en banebrytende innsikt. Så også med Darwins store teori. Vi kan spore ulike avskygninger av evolusjonsteorier helt fra den tidlige antikens Empedokles (495–435 f.Kr.) til Charles Darwins egen farfar Erasmus Darwin. Først og fremst var det imidlertid franskmannen Jean-Baptiste Lamarck som gjennom sitt store arbeid *Philosophie zoologique* fra 1809 – Darwins fødselsår – la grunnlaget for sin utviklingslære, den såkalte lamarckismen. Lamarck tok som kjent feil på et sentralt punkt, det at de egenskapene som

en organisme ervervet seg i løpet av sitt liv, kunne overføres til avkommet, men han lanserte ellers en svært visjonær teori. Det skal også bemerkes at Darwin selv langt på vei henfalt til lamarckistiske forklaringer. Så har vi naturligvis den interessante, og for Darwin dramatiske og traumatiske, begivenhet som fant sted i 1858, da Alfred Russel Wallace sendte et brev til Darwin hvor han framla en evolusjonsteori identisk med Darwins egen, men dog uten Darwins overveldende faktagrunnlag. Uten dette brevet er det lite trolig at vi i 2009 hadde kunnet feire 150-årsjubileet for hans store evolusjonsteori. Det var dette som presset Darwin til å fullføre sitt verk «allerede» i 1859 (han hadde da arbeidet med dette i de foregående 20 år etter jordomseilingen med «Beagle»).

På den ene side var det altså ikke så åpenbart at det måtte bli nettopp Charles Darwin som skulle få æren av en av vitenskapshistoriens største teorier. På den annen side var det stor forskjell på å lansere en luftig teori – hvor riktig den enn måtte være – og det å samle indisier, kombinere eksperimenter og observasjoner og føye puslespillbrikkene møysommelig sammen. Darwin hadde en teori som ikke kunne etterprøves eksperimentelt, og som dermed vanskelig kunne bevises i tradisjonell forstand, men som kunne falsifiseres. Hans eneste mulighet for å vinne gehør for sitt syn var ved en solid prosedyre, en massiv presentasjon av empiriske og teoretiske indisier, og som John Stuart Mill skrev i en samtidig anmeldelse av boka, er det da også slik at den overbeviser mer ved det kumulative enn ved det umiddelbare.

*Artenes opprinnelse* begynner med en massiv innføring i de kjente og nære arter, med hovedvekt på duer og husdyr. Konklusjonen er klar: Når mennesket «i all sin ynkelighet» kan frambringe slike forbløffende endringer og egenskaper hos planter og dyr ved bevisst utvalg og rettet seleksjon, så er det vel kanskje ikke så underlig at det naturlige utvalg har kunnet gjøre det samme. Rett nok finnes ikke i naturen noen «master plan» bak utvalget – utviklingen av endrede og nye livsformer er ingen målstyrt prosess – men til gjengjeld har naturen hatt uendelig mye mer tid til rådighet.

Det ikke tilfeldig at det skulle bli Darwin som hadde innsikten og tålmodigheten til å føre dette fram til en overbevisende teori, selv om tiden på sett og vis var moden for det. Vi ser også hvordan Darwin tidlig forsto hvilken erkjennelsesmessig sprengkraft som lå i denne teorien – noe som uten tvil var en medvirkende årsak til dens langdryge fødsel. Vi ser også at nettopp fordi han bygger sin teori på solid empiri og sterke argumenter, ble også mottakelsen deretter, enten man var for den eller mot den. I Darwins

# EVOLUSJON CHARLES DARWIN OG DEN STORE IDÉ

levetid kom seks utgaver, og det er ganske betydelige endringer fra første til sjette utgave, noe som gjenspeiler modifikasjoner basert på kritikk.

Darwin var som nevnt tilhenger av den såkalte utviklingstanken, eller descendensteorien, som sier at alt levende har utviklet seg fra enkle til mer sammensatte organismer gjennom et langt tidsrom. Dette var ingen ny tanke, den hadde vært framsatt allerede av de tidligste greske naturfilosofene og videreført av mange av Darwins såkalte forløpere, blant andre ledende naturforskere som Cuvier, Lamarck, Buffon og Saint-Hilaire. Darwins store innsats var å framsette en forklaringsmodell eller teori om hvordan denne utviklingen hadde skjedd. Denne teorien kunne oppsummeres i tre enkle forutsetninger – som igjen var basert på nitide observasjoner av natur og husdyr:

- 1) Det er variasjon mellom individer, selv i en søskenflokk
- 2) noen av disse variasjonene er arvelige
- 3) det fødes flere individer enn de som kan vokse opp

Det er derfor ikke tilfeldig hvem som vokser opp – statistisk vil det være større overlevelse og flere avkom hos dem med de gunstigste egenskaper i den gitte situasjon. Dermed vil nettopp disse kunne føre sine arveanlegg videre. Naturen «velger» slik sett ut de nære vinnerne, slik bonden velger de individer av husdyr som har de gunstigste egenskaper til videre avl. Denne seleksjonsprosessen ble av Darwin kalt det naturlige utvalget, og det er den som skiller hans utviklingsteori fra andre. Det er også denne forklaringsmodellen som ligger til grunn for begrepet darwinisme. Det er imidlertid verdt å presisere at evolusjon ikke er synonymt med dette begrepet, som for øvrig ikke er helt uproblematisk, all den tid -isme antyder en større grad av tro eller ideologi enn det man forbinder med vitenskapelige teorier. Når det er sagt, må det konstateres er dette et innarbeidet begrep i internasjonal litteratur, hvor det som nevnt betegner en forklaringsmodell etter Darwins skjema og altså ikke innebærer noen trosretning.

Arv er et sentralt element i Darwins evolusjonsteori, men Darwin svevde i betydelig villfarelse når det gjaldt spørsmålet om hvordan ulike egenskaper kunne overføres fra en generasjon til den neste. Dette ble etter hvert et overordnet spørsmål for ham, og han prøvde å gi en forklaring gjennom den såkalte pangeneseteorien, som kom på trykk i boka *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, fra 1868. Ifølge denne teorien lå de ulike egenskapene inne i ørsmå partikler, eller gemmula, som ble ført fra alle cellene i kroppen via blodstrømmen til spesielle kjønnsceller. Ved befruktningen smeltet kjønnscellene

sammen, og egenskapene fra begge foreldrene ble overført til avkommet. Denne teorien, som ikke kunne underbygges eksperimentelt, ble oppfattet som meget tvilsom, sannsynligvis også av Darwin selv, men han forsvarte den allikevel hardnakket i hele sin levetid. Forestillingen om at et avkom fikk halvparten av sine egenskaper fra hver av foreldrene, førte også til den såkalte blandingsarvteorien, det vil si at avkommet ble en slags mellomform av opphavet, omtrent som om man skulle blande to farger, for eksempel blå og hvit, som ga et lyseblått resultat. En av Darwins mest seriøse kritikere, den skotske ingeniøren Fleeming Jenkin, påpekte imidlertid at nye egenskaper gjennom en slik mekanisme ville tynnes ut og forsvinne i løpet av få generasjoner i stedet for å føre til bedre tilpassede individer.

Genetikken var foreløpig ikke etablert som vitenskap, og selv om «genetikens far» Gregor Mendel fikk offentliggjort resultatene av sine krysningsforsøk med erteplanter i 1866, mens Darwin selv var aktiv, ble ikke disse forsøkene, som dannet grunnlaget for de såkalte mendelske arvelover, kjent i større sammenheng før i 1900. Et grunnleggende problem med hele Darwins teori var å forklare hvordan gunstige egenskaper kunne bevares og forsterkes. Dette kunne forklares med de innsikter Mendel brakte på banen. Et av de sentrale elementene her, som kunne hatt betydning for Darwin, var at egenskapene ble overført mellom generasjonene som selvstendige enheter. Disse enhetene, som i dag kalles gener, dannet grunnlaget for arvelig variasjon, men de blandet seg ikke sammen til ulike mellomformer. Teorien om blandingsarv kunne dermed forkastes.

Mendels teori brakte imidlertid et nytt problem: Hvordan kunne egentlig nye egenskaper oppstå når råmaterialet var foreldrenes eksisterende arveanlegg? Hvor lå kimen til forandring? Neodarwinismen, et ektefødt barn av Darwin og Mendels innsikter, har utviklet forklaringer på dette. Vi ser også hvordan nyere innsikter i hierarkier av gener og kontrollmekanismer samt øking av genomstørrelsen («arvemassen») gjør at det ikke lenger hviler et mystisk skjær over det molekylære grunnlaget for evolusjon. Det betyr selvsagt ikke at vi kjenner alle mekanismer til bunns. Darwins teori har imidlertid tatt skrittet fra hypotese (rett nok understøttet av solide indisier) til en tung fagdisiplin basert på håndfaste analyser. Den unge teologistudenten som reiste ut med «Beagle» i 1831, ga oss dermed en av tidenes største erkjennelse.

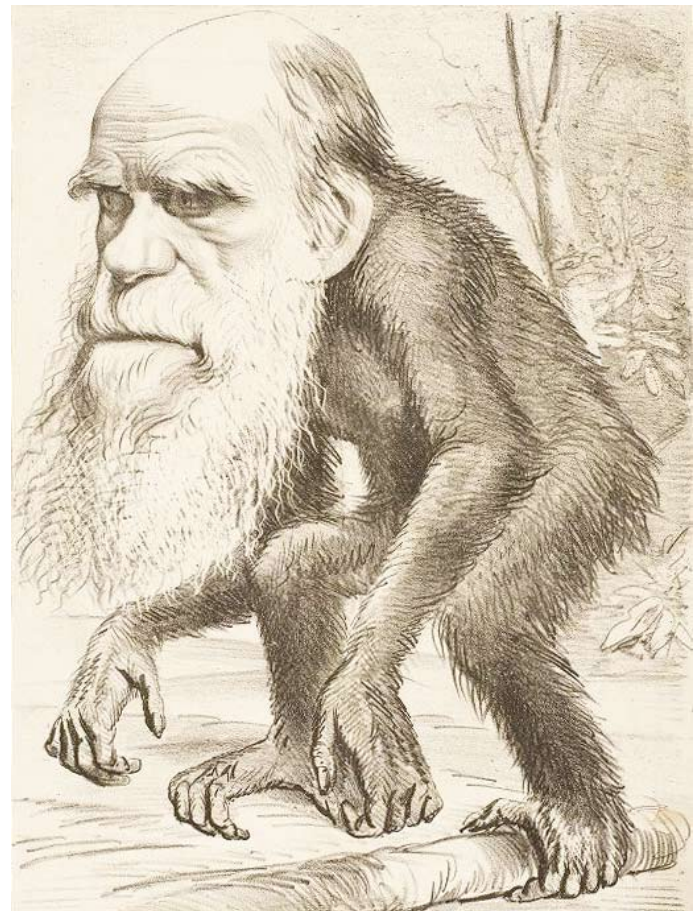
## EVOLUSJON DEN FARLIGE EVOLUSJONSTEORIEN

# Den farlige evolusjonsteorien

**Det store engasjement som Darwin fortsatt vekker, viser hvilke fundamentale og erkjennelsesmessige spørsmål som reises. At mennesket er et resultat av naturlige prosesser faller en del meget tungt for brystet.**

I år er det 200 år siden Charles R. Darwin ble født, og det er 150 år siden han offentliggjorde sin teori for hvordan artene vi ser rundt oss er blitt slik de er blitt. Med denne teorien forstår vi i dag vår plass i naturen: vi er i slekt med alt annet liv på jorda. Teorien la også grunnlaget for å forstå naturen i oss. Galileo Galilei hadde 250 år tidligere forstått at jorda ikke er universets sentrum. Således forstår vi nå vår beskjedne plass i universet og på jorda. På slutten av «Om artenes opprinnelse» sier Darwin: «Det er storhet i denne oppfatning at livet med dets forskjellige krefter fra begynnelsen av er blåst inn i noen få former, kanskje i en enkelt; - at det, mens vår klode har rullet og rullet etter tyngdens fastsatte lov, fra denne enkle begynnelse har utviklet seg former i en endeløs rad, så vakre og underbare, - og at de utvikler seg fremdeles.»

Ingen fagfolk med kjennskap til det overveldende datamaterialet vi har, betviler i dag hovedtrekkene i Darwins teori om evolusjon ved det naturlige utvalg. Fossilfunnene taler for seg selv: man gjør i dag presise forutsigelser om at mellomformer må finnes - og man finner dem! Genetikken viser akkurat det samme. Sentrale fagtidsskrift som *Nature* og *Science* publiserer nå langt flere evolusjonsbaserte artikler enn noen gang tidligere. Dette viser at evolusjonsbiologien er en levende og meget aktiv vitenskapsgren - mer aktiv enn noen sinne. Dette er ikke minst molekylærbiologisk og genetisk forskning som gir oss en stadig dypere forståelse for hvordan nye arter oppstår og opprettholdes. Dette er



Darwins teorier var omstridte, noe denne satiretegningen av Darwin som ape fra 1871 viser.

# EVOLUSJON DEN FARLIGE EVOLUSJONSTEORIEN

forskning som gjør bruk av metoder som Darwin – av naturlige grunner – ikke hadde noen tilgang til. Disse metodene kunne ha kullkastet hans teori, men de har tvert imot underbygget den. Som en av de store evolusjonsbiologene i det forrige århundret, Theodore Dobzhansky, sa: «Intet i biologien kan forstås uten i lys av evolusjon». Darwin ville nok vært overveldet om han hadde kunnet være med å feire sin 200-årsdag.

Den faglige aksepten av Darwins evolusjonsteori som det vitenskapelige grunnlag for all moderne biologisk og paleontologisk forskning, står i sterk kontrast til lekfolks store skepsis overfor denne teorien. Denne skepsisen er så godt som alltid knyttet til religiøs overbevisning, og de som vil bytte ut vitenskapens forklaring med sin religions forklaring kalles gjerne kreasjonister. Mange forbinder kreasjonisme med USA. En undersøkelse publisert i *Science* i 2006, sammenlignet aksepten av evolusjonsteorien i 34 land. USA kom nest sist: omtrent halvparten av befolkningen avviste evolusjonsteorien. Et selvironisk sukk fra amerikanske forskere lød: «Vel, vi slo i det minste Tyrkia». Norge havnet som nummer syv, med rundt 20 prosent som avviste evolusjonsteorien. På Karl Johans gate står Jehovas vitner og forkynner sitt syn. Adventister lager kreasjonistiske TV-programmer og både en kristen og en muslimsk studentforening har vist seg å ha en kreasjonistisk overbevisning.

Det store engasjement som Darwin fortsatt vekker, viser hvilke fundamentale og erkjennelsesmessige spørsmål som reises. At mennesket er et resultat av naturlige prosesser faller en del meget tungt for brystet.

Dessverre er kritikken mot evolusjonsteorien ofte preget av lite kunnskap om hva evolusjonsteorien går ut på og hvorfor den er akseptert av fagfolk. Religiøse konklusjoner blir forsvart med argumenter som er laget for å se vitenskapelige ut. Ofte vises det til at det blant evolusjonsmotstanderne er personer med både doktor- og professortitler, men vi minner om at en kritikk ikke blir vitenskapelig, bare fordi den kommer fra noen med en akademisk tittel.

Anti-evolusjonistenes kamp mot evolusjonsbiologien og Darwins oppdagelser er i virkeligheten irrasjonalitetens kamp mot det rasjonelle, det uvitenskapelige mot det vitenskapelige – den vitenskap som har gitt oss det samfunn vi lever i, på godt og ondt. Hvordan religion og vitenskap skal forholde seg til hverandre, er imidlertid et viktig spørsmål. Evolusjonsforskning er ikke et ateistisk prosjekt, slik en del av evolusjonsmotstanderne hevder. Kunnskap om hvordan utviklingen av livet har foregått,



'Darwinfisken' er vanlig å se på støtfangere i USA og symboliserer at man anerkjenner utviklingslæren.

kan overbevise oss om at en gud ikke er nødvendig for å forklare alt det vi ser i naturen. Det er ikke det samme som å si at denne kunnskapen nødvendigvis må bety at en gud ikke kan finnes. Vi trenger bare ikke lenger referere til en guds inngripen for å forstå vår egen eksistens og livet rundt oss.

Det var bl.a. dette som førte til at Darwin ventet lenge med å publisere sine tanker, og – når han hadde gjort det – av noen ble omtalt som «Englands farligste mann». Mange oppfattet – og oppfatter – hans teori som erkjennelsesmessig dypt problematisk og som en underminering av hele menneskeverdet og det teologiske fundamentet for særskilte kvaliteter ved mennesket. Dette viser hvilken makt «barnelærdommen» har på mange mennesker.

Hva er det som skulle være så skremmende ved at mennesket er blitt til ved evolusjon? Om man gjennom sin barnetro har lært at vi og alt liv rundt oss, bokstavelig talt er skapt av en allmektig gud, kan man lett komme til å betvile sin barnetro om man lærer vitenskapens forklaring på det samme: klart det kan være dramatisk. Heldigvis bunner frykten for evolusjonen klart i misforståelser: vi mister ikke våre menneskelige kvaliteter selv om vi er et resultat av en evolusjon.

Kampen mellom det rasjonelle syn at vi mennesker og alt liv rundt oss er et resultat av en evolusjon og det ikke-rasjonelle syn at vi mennesker er et resultat av en skaperakt foretatt av en allmektig gud, er en viktig kamp. Anti-evolusjonistene forkaster i virkeligheten den rasjonalitet og moderne vitenskap som mye av vårt samfunn bygger på. Å oppklare feilene i argumentene som fremsettes mot evolusjonsteorien, er ikke vanskelig.

Utfordringen ligger i å få til en dialog basert på en omforent verdiplattform og å skape en vilje til å akseptere det moderne vitenskap har lært oss.



## EVOLUSJON CHARLES DARWIN – EN LIVSHISTORIE

# Charles Darwin – en livshistorie

**Den 27. desember 1831 kaster *HMS Beagle* loss fra Davenport i England med kurs mot Brasil. Besetningen til kaptein FitzRoy er på 76 personer og inkluderer, i tillegg til selve mannskapet, en kunstner, en misjonær, tre ildlendere og den 22 år gamle Charles Darwin.**

Den unge Darwin har tidligere samme år blitt uteksaminert som teolog, etter først å ha prøvd seg på diverse studier som ikke helt falt i smak. Han har aldri vært til sjøs før, men han har med stor fascinasjon lest andres reisebeskrivelser og har derfor med stor entusiasme grepet anledningen til å delta på en to år lang ekspedisjon tur-retur Patagonia. Reisen skal vise seg å bli atskillig lengre og vil legge grunnlaget for en av de mest betydningsfulle vitenskapelige livsverk i verdenshistorien. Da Darwin omsider setter sine føtter på engelsk jord igjen i oktober 1836, er han allerede regnet som et medlem av samtidens ypperste vitenskape-lige kretser.

### En skoletrett samler

Charles Robert Darwin ble født i Shrewsbury i England 12. februar 1809. Etter morens død i 1817 ble han sendt på en kost-skole, men den lå i nærheten av hjemmet slik at han kunne besøke sin far og sine fem søsken ofte. Charles var ikke glad i skolen, men likte allerede som guttunge å samle på ting som han fant i naturen. I 1825 flyttet Charles til Edinburgh for å studere medisin (som sin far og bror). Etter å ha overvært et par av datidens blodige og høyst smertefulle kirurgiske inngrep, flyktet han for alltid fra både operasjonssalen og medisinstudiene. Han ble allikevel værende i Edinburgh og ble en del av en omgangskrets av unge herrer med felles interesse for naturhistorie. Han brukte fritiden til å dissekere og beskrive organismer som han fant i fjæra og presenterte resultatene for vennene. Allikevel bestemte han seg for å aldri studere realfag etter å ha blitt skuffet over kjedelige forelesninger i kjemi og geologi.

Da det gikk opp for faren hans (Robert Darwin) at Charles ikke kom til å fullføre medisinstudiene, foreslo faren at han skulle bli prest, og slik ble det til at den unge Darwin dro til Cambridge for

å studere teologi ved Christ's College. Heller ikke de tre studie-årene ved Cambridge skal han ha funnet spesielt inspirerende, men i løpet av denne tiden ble Darwin en pasjonert samler av biller. Han var ute etter å finne nye arter og lette iherdig både høyt og lavt, noe som ga resultater. Han skriver (1887): *'Ingen poet har noen sinne vært mer henrykt over for første gang å ha sett sitt første dikt på trykk, enn jeg var da jeg så de magiske ordene: 'beskrevet av C. Darwin' i Illustrations of British Insects'*. I Cambridge møtte han også sin fremtidige mentor, professor i botanikk John Stevens Henslow (1796-1861), som raskt la merke til at den nye studenten hadde et spesielt talent for observasjon. De to ble ofte sett vandrende rundt på campus i dyp samtale. Etter fullførte studier i 1831 drar Charles etter råd fra Henslow, ut som geologisk feltassistent og lærer seg å bruke geologiske instrumenter, klassifisere fossiler og tolke geologiske lag-delinger. Når han kommer hjem fra felt, ligger et brev fra Robert FitzRoy (1805-1865) og venter på ham, brevet er en forespørsel om å delta på en ekspedisjon som ubetalt naturalist og selskaps-mann for kapteinen. I slutten av desember samme år forlater skipet *HMS Beagle* England med Charles Darwin om bord.

### Reisen som la grunnlaget for et livsverk

De neste fem årene av Darwins liv som naturforsker er nøye nedtegnet i hans reiseskildring *'The Voyage of the Beagle'*. Gjennom boken får leseren ta del i hans små og store oppdagelser, mens skuta beveger seg rundt Sør-Amerika via blant annet Gala-pagos, New Zealand og Australia tilbake til England.

Til tross for at Charles er mye plaget av sjøsyke blir han revet med av entusiasme fra det øyeblikket han kan begynne sine naturhistoriske studier. Han samler ivrig inn og beskriver nye arter av sjødyr, insekter og fugl som han finner i havet og på de øyene

## EVOLUSJON CHARLES DARWIN – EN LIVSHISTORIE

som de besøker underveis. Når skuta endelig når kysten av Brasil i slutten av februar 1832, blir han fullstendig blendet av naturens overflod, av alle de vakre blomstene og det rike dyrelivet. På det sør-amerikanske kontinentet får Darwin til fulle nytte av to av sine favorittaktiviteter gjennom hele ungdommen, ridning og skyting. Ekspedisjonen skal i hans tilfelle bli langt mer enn en sjøreise. Han tilbakelegger betydelige strekninger til hest, han bestiger fjell, forserer skoger og krysser elver og juv, hele tiden med øye for nye naturhistoriske oppdagelser. Under hele reisen sender han fyldige rapporter til Henslow, som videreformidler til de vitenskaplige kretser i England. Han sender også hjem kassevis med geologisk, paleontologisk og biologisk materiale til senere bearbeidelse.

Utover å være en reiseskildring med særdeles detaljerte naturbeskrivelser, er *'The Voyage'* ispedd partier der Darwin reflekterer over de store trekk i naturen, hvordan det hele henger sammen. Boken ble først gitt ut i 1839 og leseren får innblikk i hvordan de naturhistoriske observasjonene har lagt spiren til de store teoretiske arbeidene i Darwins livsverk.

Under verdensomseilingen kjente Darwin igjen mange fenomener og formasjoner som bekreftet hvordan jordkloden er en sammenhengende dynamisk masse i stadig forvandling. Disse observasjonene og tankene om hvordan jordoverflaten stadig endres av land på vei ned i eller opp av havet, skulle kulminere i hans korallteori. Han var den første som beskrev hvordan koraller danner forskjellige øy-strukturer som et resultat av at de vokser oppover samtidig som havbunnen synker, en teori som fortsatt står. Darwin skrev også senere tre bøker om Sør-Amerikas geologi basert på materialet fra reisen.

Darwin gjorde mange funn av fossiler av utdødde planter og dyr, noe som inspirerte ham til å reflektere over hvordan de utdødde dyrene er beslektet med de nålevende. I Patagonia fant han flere fossiler av store pattedyr, noe som inspirerte til følgende utsagn: *'Slektskapet mellom de døde og levende på samme kontinent vil kaste lys over organismers tilblivelse og bortgang på jorden, mer enn noen andre fakta'*.

Han var opptatt av hvordan den geografiske utbredelsen til mange arter må ha endret seg i et historisk perspektiv og beskriver hvordan noen arter har forflyttet seg over store områder som et resultat av globale klimatiske endringer. Han forsto at det må ha vært en utveksling av arter over Beringstredet siden faunaen i Nord- og Sør-Amerika er så forskjellig, mens likheten mellom dyrene i Nord-Amerika og Eurasia er slående.



I *Artenes Opprinnelese* bruker Darwin forskjellige raser av duer som er avlet fram til å forklare seleksjon. Han avlet selv prydduer i Down. Illustrasjon fra *Evolution: The Triumph of an Idea* av Carl Zimmer.

Darwin registrerte møysommelig alle de artene han fant på hvert av stedene han besøkte. Hans naturhistoriske studier av Galapagosøyene er spesielt kjente. Denne gruppen av vulkanske øyer var som en ny verden, der noen få koloniserende arter hadde utviklet seg. Det var spesielt oppdagelsen av at det også var forskjeller mellom artene på de ulike øyene som ble banebrytende. Beskrivelsene av hvordan nebbene til Galapagos-finkene har utviklet forskjellig størrelse og form som tilpassninger til å spise frø av varierende størrelser, er av de mest illustrative, og mest brukte, eksemplene på naturlig seleksjon.

I løpet av reisen kom Charles Darwin i kontakt med mange forskjellige kulturer og folkeslag, i flere av sine fortellinger tilkjenner han stor empati med mennesker, og i flere tilfeller også dyr. *'The Voyage'* inneholder sterke ytringer mot slaveri. Han påpe-

# EVOLUSJON CHARLES DARWIN –EN LIVSHISTORIE

ker at i mange tilfeller synes slavene av afrikansk opprinnelse sine herrer overlegne både fysisk og psykisk. Typisk for samtiden hadde han en klar overbevisning om at det er sivilisasjonen, og da spesielt den engelske kulturen, som var det forbilledlige.

## Kjærlighet til vitenskapen, tålmodighet og sunn fornuft

Darwin beskriver årene fra hjemkomsten og fram til han giftet seg i 1839, som de mest produktive i hele sitt liv, og han ble hedret i de vitenskaplige selskaper i Cambridge og London. Livet hans skulle imidlertid, etter som årene gikk, i større og større grad preges av sykdom, og han flyttet til Down i landlige omgivelser. Han opprettholdt kontakten med omverdenen gjennom omfattende korrespondanse, og brevvekslet med nesten 2000 personer i løpet av livet. Det var i Down Darwin forfattet sine viktigste teoretiske verker. Han hadde i løpet av årene på *Beagle* lært å stole først og fremst på egne observasjoner og logiske slutninger utledet fra observasjon. Etter hvert utvikler han en nitidig arbeidsmetode der alle fakta møysommelig ble gruppert etter generelle lover.

Et eksempel som illustrerer denne grundigheten, er arbeidet med rur, som han gjennomførte i årene 1846-1854. Han begynte først å se på en art, men endte med å ta for seg hele gruppen og publiserte til slutt to tykke bind som beskriver alle kjente samtidige arter samt to små bind om utdødde arter. Darwin beskrev selv hva som gjorde ham til en god vitenskapsmann slik: *'Kjærligheten til vitenskapen er det viktigste av alt, deretter ubegrenset tålmodighet til å reflektere lenge over et tema, produktivitet i innsamling og observasjon, og en god porsjon oppfinnsomhet og sunn fornuft'*.

I den systematiske gjennomgangen av materialet fra ekspedisjonen med *HMS Beagle* unnfanget Darwin ideen om artenes opprinnelse ved naturlig seleksjon, og 1842 dristet han seg til å skrive ned en kort sammenfatning av teorien. Det var allikevel først i 1958 da han mottok et manuskript fra naturhistorikeren Alfred Russel Wallace (1823-1913) som i store trekk formulerte en lignende teori at han besluttet å offentliggjøre sitt åndsverk, *'On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life'*. Utgivelsen av *'Artenes Opprinnelse'* førte til voldsomme reaksjoner både hos tilhengere og motstandere av den revolusjonerende teorien. Darwin var ikke selv blant aktørene i debattene som fulgte. Han arbeidet flittig videre, og i årene som kom forfattet han i tillegg til mange mindre utgivelser, to store teoretiske verker: *'The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex'* (1871), og *'The Expression of the Emotions in Man and Animals'* (1872). I førstnevnte lanseres blant annet teorien om seksuell seleksjon som forklarer



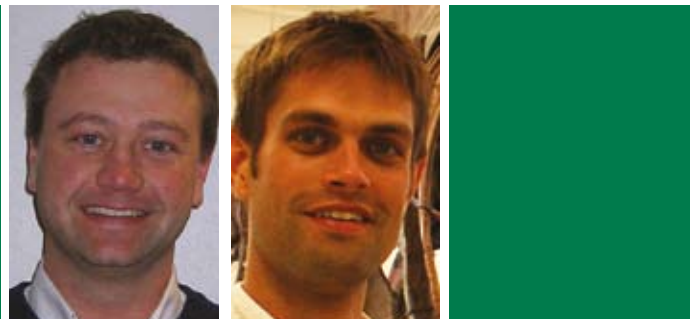
Reiserute for Beagle 1831-1836.

hvordan de mest spektakulære, men upraktiske karakterer (som fargerike fjærdrakter og overdimensjonerte tenner eller horn) kan oppstå som et resultat av konkurranse innen og mellom kjønnene med det mål å sikre seg mest og best avkom.

## Aper, mennesker og Gud

Mye av den harnisk som oppsto etter publiseringen av *'Artenes Opprinnelse'* i 1859 skyldtes at teorien om evolusjon ved naturlig seleksjon impliserte at mennesket er beslektet med alle andre organismer. Konflikten raste følgelig mellom dem som mente at vi *'stammer fra apene'* og de som mente at menneskene er skapt av Gud, i Guds bilde. Dette til tross for at bare en eneste setning omhandler menneskets opphav i *'Artenes Opprinnelse'*: *'det vil kastes lys over menneskes opprinnelse og historie'*, og det faktum at allerede Carl von Linné (1707-1778) hadde plassert mennesket blant primatene.

Darwin unngikk å uttale seg om sitt personlige forhold til religion offentlig, men tilkjennegir noen av sine synspunkter i memoarene som senere ble utgitt som en selvbiografi. Hans rasjonelle holdning avspeiles i utsagn som: *'I våre dager er det mest utbredte argumentet for eksistensen av en intelligent Gud tuftet på indre overbevisning og følelser som oppleves av de fleste mennesker. Det kan dog ikke betviles at Hinduer, Muhammedanere og andre kan argumentere på samme vis, og med tilsvarende styrke i favor av eksistensen av en Gud, mange Guder, eller i Buddhistenes tilfelle ingen Gud'*.



## EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

# Å lære evolusjon – er det å forstå livets logikk?

Selv om Charles Darwin ofte blir sitert som evolusjonens opphavsmann, var tanken om at arter gradvis forandret seg velkjent i hans samtid. Det sentrale ved Darwins bidrag var hans grundige argumentasjon for mekanismene som ligger bak en slik evolusjon, nemlig det naturlige utvalg. For å komme dit utførte han en bragd som delvis er oversatt: I *Om artenes opprinnelse* etablerer Darwin økologifaget. Han må nemlig vise at det ikke er harmoni og gode hensikter som er limet i naturen, men kampen for ressurser, partnere og overlevelse. For hvert individ som overlever er det mange som går til grunne, og denne kampen er en nødvendighet om evolusjonen skal kunne skje.

Før Darwin rådet et romantisk syn på naturen som vektla harmonien i det økologiske samspillet. Artene var avhengige av hverandre i et velbalansert nett der alle var nødvendige for at helheten skulle lykkes. Når vi leser Charles Darwins *Om artenes opprinnelse*, er det første som slår oss hvor grundig han måtte ta et oppgjør med tanken om at det er harmoni og fred som preger livet i naturen. Darwin var fremragende til å observere detaljer og prosesser i naturen, og *Om artenes opprinnelse* inneholder fascinerende beskrivelser av mange små eksperimenter han utførte i sin egen hage og i nærmiljøet:

*'På et stykke mark, to fot langt og tre fot bredt, spavendt og rensset, hvor det altså ikke var noen risiko for å bli kvalt av andre planter, merket jeg alle spirene av våre hjemlige ugressplanter etter hvert som de kom opp, og av de 357 ble ikke mindre enn 295 utryddet, hovedsakelig av nakensnegler og insekter.'*

*Om artenes opprinnelse*, Bokklubbens kulturbibliotek, side 52.

Et annet sted skriver han om en furuskog som er vel avgrenset i et lynglandskap. Hvorfor sprer ikke denne skogen seg, spør han, når hvert tre produserer så mange kongler og dermed utallige frø? Når han begynte å lete i lyngen, fant han 32 småfuruer på en kvadratmeter. Og én av dem hadde 26 årringer, men tittet fremdeles ikke over røsslyngen. Hvorfor? Beitinga fra sauene var rett og slett for intens, slik at furuene ble beita ned like raskt som de vokste opp.

### Livets logikk

Hovedmotoren i evolusjonen er altså en beinhard konkurranse, som oftest fører til død eller annen fordervelse. At evolusjonen kan føre til de mest komplekse og vakreste former, skyldes at det er de overlevendes egenskaper som preger neste generasjon. I en stadig vanskeligere konkurranse kreves stadig mer finurlige løsninger, og over tid har dette gitt opphav til den levende naturen vi ser rundt oss. Ved å vise at biologiens spilleregler er diametralt forskjellige fra romantikerens økologiske harmoni, kunne Darwin forklare hvordan nye arter oppstår, at etablerte arter endrer



# EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

seg, og at mange av fossilene vi finner, ikke lenger tilsvarende nålevende arter. Selv hver for seg var disse synspunktene ganske revolusjonerende på Darwins tid.

Evolusjonen er altså det naturlige livets logikk. Alle egenskaper ved det levende må på en eller annen måte ha oppstått ved hjelp av en slik kortsynt prosess uten mål og mening. Å lære om evolusjonen er altså å tilegne seg en metode - en metode for å tolke og forstå biologien, inkludert store deler av naturen og mennesket. For alle som jobber med undervisning eller læreplanarbeid i naturfag, blir dermed spørsmålet: Bør evolusjon undervises som en integrert og gjennomsyrende del av naturfaget? I hvilken grad blir evolusjonen undervist slik i dag? Og hvordan kan vi lære elevene å bruke evolusjon som en metode, på lik linje med lesing, regning, og logisk tenkning?

## Å lære metode

Problemer oppstår når evolusjonen blir en isolert del av pensum, som gjerne illustreres med fossiler og gener. Men enten vi snakker forsteinede livsformer som er millioner av år gamle, eller nukleinsyrer som er så små at de ikke kan sees selv i elektronmikroskop, så blir temaet så abstrakt at selv voksne smartinger sliter i svingene. Hjernen vår er nemlig best på å tenke på minutter og måneder, eller fra millimetre til dagsmarsjer, fordi det er på disse skalaene vi vanligvis støter på problemer som kan løses med hjernekraft.

Hvordan skal jeg som naturfaglærer eller biolog undervise og lære bort evolusjon da? Vi verken skal eller kan gi noe fasitsvar her, men kanskje skal vi riste litt på noen av de vanlige oppstillingene i arbeidsplaner, lærebøker med mer. For vi bør ta Dobzhanskys ord og pedagogiske utfordring på alvor: "ingen ting i biologien gir mening, unntatt i lys av evolusjonen". Derfor må emnet være med hele veien i naturfag og biologi. Og det blir ekstra synd at læreplanen i LK06 først bruker begrepet evolusjon på 8.-10. trinn. Elevene skal altså lære seg hovedtrekkene i evolusjonsteorien etter at de er kommet i konfirmasjonsalderen. I den videregående skolen tas det inn i biologi 2, der et kompetansemål krever at eleven skal gjøre greie for teorier for hvordan livet på jorda har oppstått og gjøre greie for grunntrekkene i evolusjonsteorien. Dessverre står det ikke noe om evolusjon knyttet til naturfag Vg1 i målet om bærekraftig utvikling og suksesjonsprosesser. Evolusjon kunne her vært ei flott bru mellom de klassiske fagdelingene økologi og bioteknologi.

Det er alltid vanskelig å undervise noe så dynamisk som evolusjon, men kanskje nettopp derfor bør vi knytte den til økologi og

å gjøre observasjoner ute i naturen, slik Darwin gjorde når han presenterte ideene i sin bok. Evolusjon og økologi er to sider av samme sak: økologien forklarer prosessene som fører til naturlig seleksjon, mens evolusjonen fokuserer på hva som skjer når seleksjonen virker over tid. Derfor bør eleven møte evolusjonsdelen av økologifaget betydelig tidligere enn i dag. Logikken i evolusjon ved naturlig utvalg kan bli enklere å forstå om elevene observerer og anvender den i felt og i eksperimenter. Slik kan eleven bruke økologien som inngangsport til å lære evolusjonen og dens mekanismer. Disse argumentene taler for at eleven bør møte begrepene og logikken i evolusjonen tidligere enn det læreplanen legger opp til. Kanskje er hovedutfordringen at vi lærere må ta oss tid til å la elevene få observere prosesser i naturen, og ut fra dem la elevene generere logikk og forståelse.

Evolusjonsteorien brukes på alle nivåer i biologisk forskning i dag, fra DNA-molekyler til globale mønstre som artsutbredelse og biologisk mangfold. Evolusjonstenkning brukes i større og større grad også i andre vitenskapelige disipliner enn biologi, for eksempel i medisin, psykologi, i landbruksvitenskap, og stadig oftere til industrielle formål. Dette vide anvendelsesområdet åpner opp for å jobbe tverrfaglig og for å belyse de generelle sidene ved evolusjon ved naturlig utvalg. Nedenfor gir vi ett eksempel på hvordan evolusjonsteorien brukes til å forstå en av våre kjente fiskearter, torsken, og hvordan et slikt perspektiv er spesielt relevant i lys av menneskelige påvirkninger.

Evolusjonsteorien gjør biologien til en prediktiv vitenskap. Fordi evolusjonen forklarer hvordan biologiske systemer har blitt til og opprettholdes, kan den også brukes til å forutsi hvordan arter vil utvikle seg. Mange forskere gjør dette rutinemessig over korte tidsskalaer når man kjenner arten og miljøet den lever i og vet hvilket seleksjonspress arten er under. Etter hvert som tidsskalaen blir lengre, blir dette vanskeligere.

Mange biologiske prosesser kan måles i naturen, og ved å sette sammen slik kunnskap i en matematisk modell er det mulig å si noe om hvorfor en art er slik den er og hvordan den vil forandre seg dersom for eksempel miljøet endrer seg over tid. Dette er nyttig kunnskap, fordi vi mennesker griper inn i det naturlige miljøet på så mange måter. Det er uunngåelig at mange ville arter blir påvirket av oss.

## Eksempel: Evolusjon av - torsk

Som et eksempel kan vi se på Lofottorsken (skreien). I nesten hundre år har det blitt samlet inn og analysert torsk av havforskere. Vi kjenner godt til hva torsken spiser og hvordan den

# EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

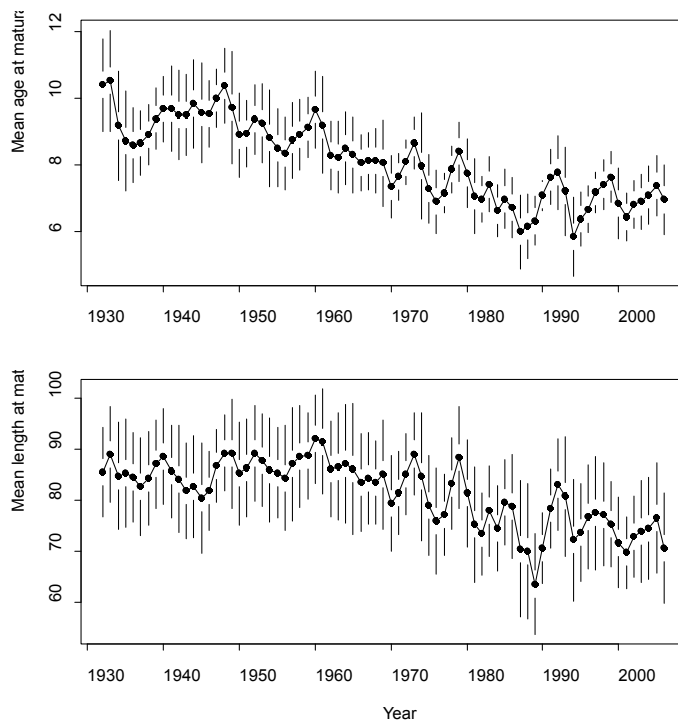
vokser. Vi vet også en del om hvem i havet som spiser torsk, så forskere kan regne seg fram til sannsynligheten for overlevelse. Alt dette kan beskrives med ganske enkle matematiske sammenhenger. Selv helt vanlige datamaskiner har i dag en enorm regnekraft, og ved hjelp av disse kan forskere regne seg fram til hvordan Lofottorsken vil utvikle seg, gitt det vi vet om prosessene nevnt over. Et grunnleggende resultat fra slik bruk av evolusjonsteorien er at den torskens som gjennomsnittlig får flest avkom i løpet av livet, er den som vil utvikle seg over tid.

Det som virkelig har forandret seg i torskens miljø, er fiskepresset. I gamle dager ble det fisket litt langs kysten, men det meste av torskens ble tatt når den kom inn til Lofoten og andre steder for å gyte. Dette står blant annet nevnt i kongesagaene, så vi vet at dette også skjedde for tusen år siden. Rundt 1920 ble trål vanligere og båtene ble større og sterkere, og med dette ble fiskepresset mye høyere, spesielt til havs. Hva har dette betydd for torskens?

Matematikken forteller oss at en vellykket Lofottorsk i gamle dager var stor og gammel, fordi den da kunne bære mye rogn og gyte mange avkom. Den brukte mange år på å vokse seg kraftig, og begynte å reprodusere rundt 10 år gammel. Med moderne fiskepress er det nesten umulig å overleve i 10 år. Nå ender slike fisker opp som middag lenge før de begynner å produsere avkom.

Sammenlign dette med en lofottorsk som begynner å gyte mye tidligere i livet. I gamle dager brukte den energien på å gyte i stedet for å vokse seg stor, og den var bare middels vellykket. Under nåtidens fiskepress er den imidlertid vinneren: Den har mye større sannsynlighet for å gyte både én og to ganger før den blir fiskepinner.

Disse forutsigelsene er basert på teoretiske modeller. Hva sier så dataene som havforskerne har samlet inn? Fra 1930 og fram til i dag har alderen når torsk begynner å gyte falt fra 10 år til 7 år (se figuren øverst til høyre). Det er en rimelig stor endring på ganske kort tid, og matematikken vi har gjennomgått over antyder at én mulig forklaring er at dette er evolusjonære tilpasninger til dagens høye fiskepress. I laboratorieeksperimenter har forskere framkalt lignende endringer på bare fire generasjoner. Vi vet at alder ved første reproduksjon er arvelig, og at den derfor kan endre seg evolusjonært. Sammen viser altså teori, eksperimenter og genetik at det nye menneskeskapt miljøet, denne gangen fiske, kan føre til endringer i arten, slik at Lofottorsken nå er en annen enn den var for 100 år siden.



I et lite bein som hjelper torsk å holde balansen, blir det dannet årringer omtrent som i et tre. Denne ørestenen kan også fortelle om når torskens begynte å reprodusere. Ved å gå gjennom disse dataene har professor Mikko Heino ved Universitetet i Bergen satt sammen denne figuren, som viser hvordan torskens i årene 1930-1950 begynte å reprodusere rundt 9-10 år gamle, mens dette nå har falt til rundt 7 år.

## Myter om evolusjon

Som lærere og deltakere i debatten rundt evolusjon ramler vi ofte borti noen hverdagsforstillinger. Også disse kan brukes som en innfallsvinkel til å forstå evolusjon og å forstå hvor tett knyttet den er til økologi. Vi vil her se på tre hverdagsforestillinger.

### 1) Evolusjon og utvikling betyr framskritt og kan visualiseres som en stige eller å utvikle seg langs en linje mot et endelig mål

Men utvikling betyr ikke framskritt, og livet på kloden er sterkt forgreinet. Evolusjon har ikke en bestemt retning eller et bestemt mål. Forestillingen innbyr vi lærere til mange ganger, kanskje oftest ubevisst. For å skape oversikt i systematikken tar vi for eksempel for oss utviklingen av ulike respirasjonsorganer hos dyr. Både hos lærer, elev - og gjerne læreboka også - er "målet"

# EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON



Foto: Wilse, Norsk Folkemuseum Bildet er beskåret

respirasjon hos mennesket. Og selv om livets tre framstilles som mangegreinet, ønsker vi ofte å få redusert sidegreinene. Dersom vi i større grad i vektlegger økologi og levesett, kan kanskje denne hverdagsforestillingen utfordres. Det er ikke noe galt med pigg-hudenes respirasjonssystemer i deres habitat, selv om de har helt andre systemer (og behov) enn arter som evolusjonært står mennesket nærmere. Visualisering av evolusjon vil bety en mengde sideskudd i livets tre, og med et fokus på hvor gode tilpasningene er, kan en utfordre forestillingen om de gode og dårlige, eller velutviklede og simple artene. Evolusjonært representerer alle arter som eksisterer i dag hver sin suksesshistorie, alle har bestått gjennom utallige utfordringer fram til i dag. Ingen arter har bestått pluss eller bestått minus; i evolusjonens karakterbok er det bare bestått eller ikke bestått.

### **2) Evolusjon ved naturlig seleksjon er det samme som den sterkestes rett**

Stadig vekk oversetter ellers engelskkyndige elever "to be fit" til å være det samme som "to be strong". Men naturlig seleksjon dreier seg om den best tilpassede til miljøet, og de utfordringer som vil og kan møte en som individ, og ikke om styrke eller makt. Det er også viktig å tenke gjennom hvor *mange* tilpasninger som må til for å leve et vellykket liv. I noen situasjoner kan styrke være viktig, men det krever samtidig at en må spise mer, at en blir tyngre og

større, og det er ikke gitt at det er fordelaktig. Et beslektet poeng er at evolusjonen også handler om flaks og uflaks: Et svært godt tilpasset individ kan også få en steinblokk i hodet.

### **3) Evolusjonen er bare - en teori**

Her kommer flere hverdagsforestillinger til uttrykk samtidig. For det første er en vitenskapelig teori noe helt annet enn den hverdagslige forståelsen av begrepet teori, kanskje særlig hos ungdom. En vitenskapelig teori er åpen, den kan når som helst utfordres og endres dersom bevisbyrden er tung nok. Slik sett er evolusjonen en teori fordi den kommer med helt tydelige forutsigelser for hva en forventer å observere i naturen, og hvilke observasjoner som ville lede oss til å konkludere at evolusjonsteorien er feil. Slik testbarhet er hovedskillet mellom vitenskap og tro. Hele tiden registrerer forskere observasjoner som er slik evolusjonsteorien forutsier. I dagligtale er det derfor riktiger å si at evolusjonen er en kjensgjerning, fordi den er en teori som støttes av tusenvis av forskere verden over og deres utallige observasjoner, på ganske lik linje som tyngdekraften. Få vitenskapelige teorier har vært utsatt for så mye debatt, og likevel står evolusjonen bare sterkere og sterkere for hver dag. Dens styrke ligger i at den er både enkel og generell: En svært enkel mekanisme, nemlig evolusjon ved naturlig utvalg, kan forklare selv de mest komplekse fenomener i naturen.



## EVOLUSJON MYTER OM EVOLUSJON

# Myter om evolusjon

**På tross av evolusjonsteoriens enerådende stilling innen fagmiljøene blir det fra annet hold rett som det er fremsatt kritikk mot teorien. De aller fleste argumentene som fremsettes er gjengangere og bygger på misforståelser.**

### Myte 1: "Tilfeldighet!"

De forskjellige artene lever i et samspill hvor de er helt avhengige av hverandre. Menneskekroppen er et fint samspill mellom organer, og selv en enkelt celle sammenlignes noen ganger med et komplisert maskineri. Kan alt det fantastiske vi ser i naturen ha blitt til helt tilfeldig?

Vitenskapens svar på det er et klart 'nei'. Det svaret vil overraske noen, for en av de mest seiglivede mytene om evolusjon er at evolusjonsteorien forteller oss at alt rundt oss er blitt slik det er blitt 'helt tilfeldig'. Derfor ser vi noen ganger lekfolk argumentere mot teorien ved å regne på hvor sannsynlig det er at et protein skal ha fått sin sammensetning av aminosyrer ved en tilfeldighet eller med å spørre hvor sannsynlig det er at en eksplosjon i et boktrykkeri skulle resultere i et verk av Shakespeare.

Det er innlysende at "tilfeldig!" ikke er et godt nok svar, og vitenskapen har isteden måttet finne en *forklaring* på hvordan det levende formes. Det er dette Darwin blir hedret for å ha klart å gjøre, og forklaringen er å finne i tittelen på hans mest kjente verk: *Artenes opprinnelse gjennom naturlig utvalg*. Prinsippet om naturlig utvalg kan beskrives som den ikke-tilfeldige overlevelsen til tilfeldig dannede varianter. Selv om opphavet til variasjonen, mutasjoner, inntreffer tilfeldig, er det *ikke* tilfeldig hvilke varianter som har størst sannsynlighet for å få flest etterkommere. Summen av dette er en naturlig prosess, som kan lage det som aldri ville kunnet blitt til ved en tilfeldighet.

### Myte 2: "Bare en teori"

Uttrykket "bare en teori" hentes nesten alltid fram når evolusjonsteorien skal angripes, og hensikten er å gi inntrykk av at det ikke finnes nok informasjon til at man kan trekke noen konklusjon om evolusjonsteoriens gyldighet. I USA ble til og med skole-

bøker i en delstat en stund utstyrt med klistrelapper som advarte om at "evolusjon er en teori". Det stemmer at evolusjonsteorien er en teori, men innen vitenskapen er ikke en teori 'bare' en teori.

I dagligtalen brukes ordet teori om en løs idé, noe man har kommet på der og da. Innen vitenskapen betyr ordet noe helt annet. At noe er en teori er ikke et uttrykk for at mange biter av puslespillet mangler – tvert imot. Vitenskap handler ikke bare om å samle på løse fakta, det handler om å se sammenhenger mellom bitene av informasjon. Slik bygges et rammeverk av forklaringer som testes mot hverandre og mot andre fagfelt – og det er dette som utgjør vitenskapens teorier. Når en teori har, som evolusjonsteorien, tålt generasjoners kritiske blikk og forsøk på å vise at den er feil, og hovedtrekkene står like støtt, er konklusjonen at teorien stort sett er korrekt, det nærmeste man kan komme et endelig svar innen naturvitenskapen.

### Myte 3: "Genomene er like – og det er alt"

De fleste har fått med seg hvor like genomene til mennesker og sjimpanser er. Akkurat hvor like de kan sies å være avhenger av hvordan man teller, men 96-98 prosent likhet er et vanlig anslag. Ikke alle lar seg imponere av dette og innvender at likhet i seg selv ikke nødvendigvis må bety slektskap. De har bare fått med seg begynnelsen på historien.

Likheten burde i seg selv være overbevisende, for det kjennes ingen andre vitenskapelige forklaringer på den enn felles opphav, men artenes slektskap vises i arvematerialet også på en rekke andre måter. Mens sjimpanser og de andre menneskeapene har 24 kromosompar, har mennesket 23 par. Det som har skjedd, er at på slektslinjen som har ledet til mennesket, har 24 par blitt til 23 ved at to kromosomer har slått seg sammen til ett. Det nye

# EVOLUSJON MYTER OM EVOLUSJON



Charles Darwin er gjengitt på den britiske 10 pund-seddelen.

kromosomet er det vi kaller kromosom 2; det røper seg fordi kromosomer har lett gjenkjennelige genetiske markører både i endene og på midten, og dette kromosomet har "dobbel opp" av disse markørene.

Et annet eksempel får vi ved å se på hvor en type virus som fester seg i arvestoffet og går i arv, endogene retrovirus, er plassert i de forskjellige artenes genomer. Hvis arter har et felles opphav, vil vi se et mønster i hvor slike virus finnes i genomene hos artene, som samsvarer med det slektstree vi kjenner fra andre måter å undersøke slektskapet på. Et virus som satte seg inn i genomet til en art før den ble splittet opp i to nye arter, vil være å finne på samme sted i de to nye artene. Det vil ikke være å finne, eller finnes på et annet sted, hos arter som ligger lenger ute på slektstree. Undersøker vi genomene til forskjellige arter, er det akkurat dette mønsteret vi ser. Det er fascinerende i seg selv å se hvor like de forskjellige artenes genomer er, og som om det ikke var spennende nok, er det en myte at dette er alt genetikerne kan berette om når det gjelder artenes slektskap.

## Myte 4: "Forskning på evolusjon er ikke vitenskap"

Det levende vi ser rundt oss er formet over nærmest ufattelig lang tid. Samtidig er det et godt vitenskapelig prinsipp at vitenskapelige forklaringer skal testes ved forsøk det er mulig å gjenta igjen og igjen, med samme resultat hver gang; det skal være repliserbarhet. Når evolusjonen av en art ikke kan gjentas av forskerne på laben, kan da forskning på artenes evolusjonære opphav kalles en vitenskap?

For å skjønne at svaret på det er 'ja', er det en misforståelse som må ryddes av veien. Naturvitenskap handler i liten grad om å gjenta eksakt, og i full skala, det man observerer at skjer i naturen. Hvis det hadde vært et krav for at noe skulle kunne kalles vitenskap, ville innvendingen ikke bare rammet forskning på evolusjon, men også forskning på klima, astronomi, geologi og mye annet. Her er det åpenbart noe galt med innvendingen. For alle disse fagfeltene gjelder det at selv om vi ikke kan gjenta naturens gang i sin helhet, kan vi faktisk gjøre forsøk – og gjenta dem; det være seg på laboratoriet, eller ved nye observasjoner av naturen i felt.

Mønsteret av likheter og ulikheter i forskjellige arters genomer kan for eksempel påvises igjen og igjen av alle som er villig til å gjøre det. Vi kan undersøke flere individer i artene som allerede er studert, og vi kan undersøke arter som tidligere ikke er blitt studert. Slike undersøkelser kunne ha sparket beina under evolusjonsteorien, men isteden styrker de teorien – igjen og igjen. Muligheten til å etterprøve de konklusjoner som er trukket er så absolutt tilstede, og forskning på evolusjon har funnet sin velfortjente plass innen naturvitenskapen.

## Myte 5: "Den sterkestes rett"

Uttrykket 'den sterkestes rett' dukker ofte opp, ikke minst når det løselig refereres til Darwin i sammenhenger som ikke egentlig har med biologi å gjøre. Det hentes ofte frem når noen vil angripe evolusjonsteorien ved å knytte negative assosiasjoner til den. At en teori har konsekvenser man ikke liker, betyr ikke at det er noe feil med den, men kritikk av evolusjonsteorien på bakgrunn av at man ikke synes noe om "den sterkestes rett" bygger på flere enda mer grunnleggende misforståelser.

For det første er frasen 'den sterkeste rett' en svært lite dekkende forklaring på hva evolusjon handler om. Det er en feiloversettelse av 'survival of the fittest'. Naturlig seleksjon favoriserer ikke det å være 'sterk' – det handler om å være best tilpasset de rådende miljøforhold.

For det andre er det viktig å skille mellom en beskrivelse av naturen – nådeløs som den i blant kan være, og en påstand om at det vi ser i naturen skal være et eksempel til etterfølgelse. Det førstnevnte er naturvitenskap, og det sistnevnte er i beste fall politikk eller ideologi. En oppfatning om hva som er rett og galt, som at den sterke – i bokstavelig eller overført betydning – har en *rett til* å undertrykke en som er svakere, er ikke noe som kan hentes direkte fra naturvitenskapen. Heldigvis. Frykten for at evolusjonsteori legitimerer at mennesker oppfører seg kynisk, bygger derfor på en myte.



## EVOLUSJON ELEVERS FORSTÅELSE

# Nordiske elevers forståelse av og interesse for biologisk evolusjon

Hva kan norske elever om evolusjon? Denne artikkelen henter informasjon fra oppgaver i PISA-undersøkelsen i 2006. Oppgavene og resultatene kan være nyttige verktøy for lærere i naturfag.

PISA er et internasjonalt prosjekt i regi av OECD som måler 15-åringers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag. To av oppgavene vi utviklet til PISA-undersøkelsen i 2006 fokuserte på biologisk evolusjon.

### Lamarcks beskrivelse av evolusjon

Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829) hevdes å være én av de første som ble klar over at det forekommer biologisk evolusjon. Hans beskrivelse av mekanismene som driver evolusjonen har senere blitt forkastet og refereres ofte til som "lamarckisme". Han hadde hypoteser om at *erhvervede egenskaper* kunne gå i arv, og at evolusjonen var *hensiktsmessig* ved at bare nyttige egenskaper ble brakt videre. Lamarck hevdet dessuten at evolusjonen er *målrettet* ved at individene streber etter sin "endelige form" og fullkomne tilpassing. Denne ideen peker mot at miljøet er *uforanderlig* og at individene "aktivt tilpasser seg" miljøet.

### Darwins beskrivelse av evolusjon

I boka "*Artenes opprinnelse*" fra 1859 lanserte Charles Darwin (1809–1882) sin teori om evolusjon ved naturlig utvalg. Tanken om at livet på jorda hadde utviklet seg fra felles former var allerede etablert, men Darwins beskrivelse av *hvordan* den foregår var ny. Han pekte på at det er *variasjon* blant individene innenfor hver art, og at denne variasjonen er arvelig. Siden ressurstilgangen er begrenset, vil det være *konkurransen* mellom individene innenfor hver art. Variasjonen og konkurransen fører til at de in-

dividene som til enhver tid genetisk sett er best tilpasset et stadig foranderlig miljø, med størst sannsynlighet vil kunne fø opp flest avkom og bringe sitt genetiske materiale videre. Gjennom generasjonene fører et slikt naturlig utvalg til endringer i individenes egenskaper – til en tilpassning.

### Kunnskapsløftet og evolusjon

I den norske læreplanen åpner kompetansemålene etter 4. og 7. årstrinn under hovedområdet "Mangfold i naturen" muligheter for å ta opp biologisk evolusjon på et overordnet plan. De norske elevene som deltar i PISA-undersøkelsen, går på 10. årstrinn, og det er først etter 10. årstrinn at elevene skal kunne forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien. Kompetansemålene etter 7. og 10. årstrinn under hovedområdet "Forskerspiren" åpner også for muligheten til å undervise *om* evolusjon i et vitenskapsteoretisk perspektiv.

Mens Lamarck hevdes å være én av de som først ble klar over eler "oppdaget" biologisk evolusjon, kan vi si at både Lamarck og Darwin foreslo eller "oppfant" hver sine hypoteser for å *beskrive* fenomenet evolusjon. Beskrivelsene var ment å kunne *forklare* evolusjon innenfor ulike arter. Observasjoner, undersøkelser og diskusjoner blant fagfolk har ført til at Lamarcks hypoteser ble forkastet, mens Darwins hypoteser ble styrket og ansees i dag som *lover* for evolusjon. Darwins lover danner grunnlaget for hans *teori* om evolusjon.

# EVOLUSJON ELEVERS FORSTÅELSE

## Kunnskaper om og interesse for evolusjon

Oppgaveenheten "Gepard" fra PISA-undersøkelsen i 2006 bestod av en kort introduksjonstekst og to oppgaver som fokuserte på to sentrale faktorer ved darwinistisk evolusjon: variasjon blant individene innenfor hver art (se oppgave 1 på neste side) og seleksjonsaspektet knyttet til at "de best skikkede overlever" (oppgave 2 på neste side).

I **oppgave 1** fikk elevene 1 poeng for å svare "Ja" på begge delspørsmålene – variasjon blant individer innenfor en art skyldes både genetiske og miljømessige faktorer. I Norge svarte 41 % av elevene riktig på begge spørsmålene, mens gjennomsnittet for de nordiske landene og OECD var henholdsvis 47 % og 43 %. I disse gruppene utmerker Finland (59 %), Island (58 %), Tyrkia (54 %) og Canada (51 %) seg positivt. Utenfor OECD utmerker Taiwan (81 %) og Hong Kong SAR (69 %) seg med høy skår.

Oppgave 1 skilte godt mellom faglig sterke og svake elever i nordiske land (Norge, Danmark, Island), mens den skilte dårlig i hele 22 av 30 OECD-land. Vi kan dermed konkludere med at elever i mange land har dårlig forståelse av faktorene som bestemmer variasjon blant individene i en populasjon, og at denne oppgaven måler noe ganske annet enn naturfaglig kompetanse slik denne ellers måles i PISA.

Det riktige svaret på **oppgave 2** er alternativ C – variasjon og konkurranse fører til at individer som er best tilpasset med størst sannsynlighet før opp flest avkom. Da distraktorene A, B og D alle bygger på lamarckistiske ideer, kan vi si at oppgave 2 søker å skille mellom elever med et darwinistisk og et lamarckistisk syn på evolusjon.

Mens svaralternativ A refererer til ideen om at ervervede egenskaper overføres til neste generasjon, henspiller svaralternativ B på hensiktsmessig evolusjon – egenskapen å løpe fort har oppstått fordi det har vært behov for den. Svaralternativ D henspiller på en form for målrettet evolusjon, hvor individene aktivt "spesialiserer seg" mot det å kunne fange raske byttedyr. Vi kan dermed se spor av ideen om at individer aktivt tilpasser seg i svaralternativene B og D. Dersom evolusjon ikke er undervist, vil det kanskje være naturlig at elevene har lamarckistiske ideer da disse er mindre komplekse enn de vi kan finne i darwinistisk evolusjon.

Tabellen viser at de nordiske landene, med unntak av Norge, skårer høyere enn OECD gjennomsnittet (26 %). Danmark (39 %) og Island (38 %) er de landene som skårer høyest på denne

oppgaven, mens Frankrike (Lamarcks hjemland) er blant de landene som skårer aller svakest (12 %). Oppgave 2 skilte dårlig mellom faglig sterke og svake elever i nesten alle land som deltok i undersøkelsen. Vi kan dermed igjen konkludere ikke bare med at elever i mange land har dårlig forståelse av evolusjon, men også at oppgaven måler noe annet enn naturfaglig kompetanse slik denne ellers måles i PISA.

## Prosentvis fordeling på hvert svaralternativ på oppgave 2

Land/område	A	B	C*	D	Blank
Danmark	9	39	39	6	6
Finland	4	52	33	8	3
Island	12	36	38	6	7
Norge	9	49	24	8	7
Sverige	12	49	28	6	4
<b>Norden</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>OECD</b>	<b>9</b>	<b>54</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
Frankrike	9	63	12	6	6

Elevene ble bedt om å svare på hvor interesserte de er i kunnskaper i og om evolusjon ved å svare på hvor interesserte de er i å *lære mer om arvelig overføring av særtrekk, lære hvilke faktorer som påvirker endringer av artene over lange tidsperioder og forstå hvordan genetiske mutasjoner (forandringer) skjer hos dyr*. I Norge og Norden svarer nær 70 % at de er veldig eller middels interessert i å lære å forstå mer om disse aspektene ved biologisk evolusjon.

Vi har ikke tilgang til detaljerte læreplaner i ulike land, men det ser ut til at temaet biologisk evolusjon er forsømt i mange land. Denne enkle analysen viser hvilke potensielle verdier som ligger i oppgavespesifikk informasjon fra PISA-undersøkelsen. Mange av naturfagoppgavene fra PISA-undersøkelsen i 2006 er friggitt og kan benyttes i naturfagundervisningen.

Oppgaveenheten "Gepard" fra PISA-undersøkelsen i 2006 er gjengitt på neste side.

# EVOLUSJON ELEVERS FORSTÅELSE

## GEPARD

Det finnes mange dyrearter, og det er stor variasjon blant individene innenfor hver art. Artene som lever i dag, har utviklet seg over lang tid. De har tilpasset seg forskjellige levemåter i forskjellige geografiske områder. Denne tilpasningen har ført til at det har utviklet seg forskjellige typer kroppslige strukturer og funksjoner.

Blant de mange dyreartene som lever på de afrikanske gresslettene, finner vi geparden.



### Oppgave 1: Gepard

S456Q01

Blant gepardene er individene ikke identiske. Er de to faktorene i tabellen nedenfor med på å forklare hvorfor gepardene ikke er identiske? Sett ring rundt "Ja" eller "Nei" for hver faktor.

Forklarer denne faktoren hvorfor ikke alle geparder er identiske?	Ja eller Nei?
Genetisk arv	Ja / Nei
Miljøforskjeller	Ja / Nei

### Oppgave 2: Gepard

S456Q02

Geparden kan løpe raskere enn 90 km/t. Gepardens forfedre var ikke i stand til å løpe så fort. Hvilket av utsagnene nedenfor er den **beste** forklaringen på hvordan evnen til å løpe så raskt har utviklet seg hos arten?

- A Geparden har trent på å løpe i generasjoner.
- B Geparden har lært å løpe raskere for å fange nok byttedyr.
- C De raske gepardene får tak i flere byttedyr og kan derfor fø flere unger.
- D Geparder jager og prøver å fange kun dyr som kan løpe fort.





## EVOLUSJON TEORIENS HISTORISKE MISBRUK

# Evolusjonsteorien og dens historiske misbruk<sup>1</sup>

**Artikkelen tar for seg det som skjedde av utryddelser under den 2. verdenskrig og peker på den oppfatningen som lå til grunn for nazistenes misbruk av den darwinistiske evolusjonsteorien. Dette skjedde ved at de selv bevisst grep inn for å styre den biologiske seleksjonen (utvelgelsen) på en måte som de mente det moderne samfunn ellers hindret.**

### Nazi-legenes umoralske atferd

Det er nå allment kjent hvilke inhumane handlinger som ble utført i Tyskland under den 2. verdenskrig. I tillegg til krigen med mange millioner drepte på begge sider av frontene, ble i selve Tyskland mentalt tilbakestående mennesker, handikappede barn, krigsfanger, alkoholikere, kommunister, homofile og kronisk syke som var avhengig av samfunnsstøtte, likvidert i store antall. Dette gjaldt også enkelte interne folkegrupper, som f.eks. sigøynere. Men de som ble hardest rammet, var jødene. Man regner med at ca. 6 millioner jøder ble gasset i hjel. Hovedansvaret for dette hadde nazistene, som hadde makten i Tyskland fra 1933 til 1945.

Hva er forklaringen på en slik grotesk politikk? Noe - men bare noe - av svaret er at nazismen stod for en rasistisk ideologi der den ariske rase, som vanlige tyskere ble ansett å tilhøre, ble oppfattet som den fremste, mens andre raser - f.eks. sigøynere, slaver og jøder - ble ansett som mindreverdige. Men den nazistiske rasismeideologien gir ikke hele forklaringen på dette. Det er først i ettertid blitt kjent at et stort antall tyske leger, flere med høy kompetanse, som professorer innen legevitenskapen, bidro til disse drapene og de bestialske eksperimentene med mennesker som "forsøksdyr". Leger var i stor grad representert i Nazi-organisasjoner og regnes som den forholdsmessig største yrkesgruppe innen SS ("Schutzstaffel"), som i ettertid oppfattes som noe av det verste innen Nazi-Tyskland. De nevnte drapene og grufulle medisinske eksperimentene ble dessuten stort sett utført av, eller ble i det minste planlagt av leger.

### Hvordan kunne leger gjøre dette, og gjøre det frivillig?

Var noe av forklaringen på dette at det var fordi legene ble tvunget til dette? Og var det bare en mindre gruppe av tyske leger som bidro til dette? Nei og igjen nei! Det er dokumentert at dette hadde en bred og ikke bare passiv og apolitisk støtte blant tyske leger. At disse stort sett gjorde dette frivillig, kan dessuten dokumenteres med at de allerede i 1929, dvs. flere år før Hitler kom til makten i Tyskland, hadde dannet Forbundet for nasjonalsosialistiske leger. Målet var å rense den tyske legestand for hva de oppfattet som "jødisk bolsjevisme". Allerede tidlig i 1933, før Hitler kom til makten, hadde nesten 3000 tyske leger sluttet seg til denne foreningen. I 1942 var antallet steget til nesten 38.000 - som svarte til omtrent halvparten av den samlede tyske legestand. Hvordan kunne leger delta i en slik praksis? Det er i ettertid klart at legene ikke ble tvunget til dette.

For å finne en forklaring på legenes grove moralske overtramp og at det var så få av dem som ble stevnet for retten etter krigen, bør vi både se på bakgrunnen for og omfanget av disse handlingene. Vi skal etter hvert se at dette ikke bare omfattet Nazi-Tyskland. Det underliggende spørsmål er: Hvordan kunne leger i så stor grad delta i dette?

Svaret er eugenikk, dvs. rasehygiene, som besto i å styrke den angivelig beste menneskerasen i forhold til andre raser. Nazi-teorien var basert på den biologiske sosialdarwinismens oppfatning av genetik og raserenhet. Tanken var at det fins en rekke menneskeraser med forskjellige grader av evolusjonsmessig ut-

<sup>1</sup> Jeg vil takke professor Dagfinn Føllesdal for flere gode forslag til endringer av et tidligere utkast.

# EVOLUSJON TEORIENS HISTORISKE MISBRUK

vikling, f.eks. ulike grader av mentalt nivå, god helse, osv. Nazistene anså den ariske rase - som de mente de selv tilhørte - som den fremste rasen, men var dypt bekymret fordi arierne angivelig skaffet seg langt færre barn enn de mer 'nedverdige raser', som f.eks. sigøynere og grupper med reduserte mentale evner. Konsekvensen, som de fryktet, var at den ariske rasen etter hvert ville bli 'overkjørt' av andre mer lavstående raser og dermed bli en minimal del i samfunnet.

Tanken bak dette var at den evolusjonære prosess - som jo bl.a. hadde frembrakt den ariske som den angivelig beste rasen - ville blitt snudd på hodet og ville føre til en nedgang av de beste menneskelige raser. Forklaringen på dette var at det i moderne samfunn, til forskjell fra tidligere samfunn der mennesket evolusjonsmessig hadde utviklet seg, fikk de laverestående mennesker muligheten til en sterk formering, noe de ble ansett å utnytte i alt for stor grad. Det var ønsket om å 'vri' en slik utvikling tilbake som lå til grunn for nazistenes bruk av den darwinistiske evolusjonsteorien. Derfor grep de selv bevisst inn for å styre den biologiske seleksjonen på en måte som de mente det moderne samfunn ellers hindret. Det gjorde de både ved å stanse reproduksjonen av det de mente var laverestående raser og ved å stimulere arierne til økt barnefødsel. - Siden Darwins evolusjonsteori var - og selvsagt fremdeles er - en velkjent og akseptert biologisk teori, kan dette i noen grad bidra til å forklare hvorfor særlig leger - men også i stor grad biologer - falt til fote for en slik ideologi.

## Hva skjedde i USA?

Men denne ideologien var ikke begrenset til Nazi-Tyskland. I flere av de amerikanske sørstatene, i tiden før 2. verdenskrig ble personer med 1/32 sorte forfedre, dvs. med minst én sort tip-tip oldeforelder, ansett som sorte!, noe som fratok dem både stemmerett og retten til å inngå ekteskap med hvite. Dette forholdet ble diskutert blant tyske nazi-leger som tenkte på en lignende måte. De mente selv at deres lov var mer liberal, siden det bare var de med 1/8 jødiske forfedre, dvs. med minst én jødisk oldeforelder, som ble regnet som rasistisk mindreverdige! 'Raseblanding' av ariere og jøder ble omfattende diskutert blant nazi-legene og resultatene ble publisert i medisinske tidsskrifter. De nazistiske legene kunne dermed vise til at Tyskland ikke var alene om å innføre rasistiske begrensninger, og ikke en gang strengere enn andre.

## Holdningsendring i USA

Som en tilføyelse kan vi vise til en av de fremste filosofene i det 20. århundre, amerikaneren John Rawls (1921-2002). Rawls var fra sørstatene, og rimeligvis er det den tradisjonelle diskri-

mineringen av de sorte, særlig i denne delen av USA, som har preget hans filosofi. Han har gitt et prinsipp for fordelingen av samfunnets sosiale goder - kalt "the difference principle" - som verken favoriserer enkelte raser, de som er mest begavede eller de som er flinkest til å 'stå på', men gir en fordeling der den svakeste gruppen får størst mulig sosiale goder. En større forskjell til nazismen kan vanskelig tenkes! Rawls har (så vidt jeg vet) ikke eksplisitt diskutert nazismen. Men han sto derimot i sterk kontrast til, og tok klart avstand fra, Nietzsches tanke om det 'fremstående menneske' ("human excellence") innen kunst, vitenskap og kultur, som innebar å tillegge enkelte fremstående mennesker, kalt "overmenneske", den største verdi - Nietzsches idé om 'overmenneske' ble en sentral del av nazi-ideologien, der arierne ble assosiert med 'overmennesket'.

## Norge og rasisme

Vårt neste spørsmål er: Hva med Norge? Under 2. verdenskrig hadde vi relativt få jøder og nesten ingen sorte i vår befolkning. Likevel har det vist seg at antallet norske jøder som ble likvidert under krigen, var forholdsmessig mye større enn f.eks. i Danmark. Støtten i den norske befolkningen til det nazistiske styret var riktignok liten, men likevel bidro f.eks. norske politimenn i stor grad til arrestasjoner av jøder.

Den darwinistiske evolusjonsteoriens tanke om ulike raser hadde imidlertid godt fotfeste i Norge lenge før nazi-tiden. Den kom bl.a. til uttrykk i verket *Norge i det nittende århundre* (1900): "Vi var en blanding av to raser, kortskaller og langskaller" (Hviid Nielsen). I dette verket ble f.eks. samene ("lappene") ansett for en lavstående rase. Tanken at de mindreverdige individene produserte seg mer, mens de høyverdige fikk færre barn, kalt "kontraselektiv", kom også til uttrykk. En av frontfigurene innen dette var dr. Jon Alfred Mjøen som kom med boken *Racehygiene* i 1914, der den blonde germansk rase fra Norden ble ansett å stå i sentrum. Men det var ifølge Mjøen en rase som "sto i fare for å degenerere på grunn av nedgangen i «gode raceelementer» som fulgte av frivillig barnebegrensning, urbanisering, kvinnefrigjøring og «luksusbehov»".

Denne oppfatningen ble riktignok utsatt for kritikk, men likevel ble tanken om eugenisk sterilisering begrunnet fordi "de arvemessig sett tarvelige og dårlige elementer i folkedypet, de fortsetter å yngle som før". Slik sterilisering ble begrunnet med at i "et teknologisk avansert samfunn ville kravene til befolkningens kvalitet, spesielt karakter og intelligens bli høyere enn før". Dette endte med steriliseringsloven av 1934, som et stykke på veg var i tråd med nazismen, men likevel ikke helt. Den ble fjernet først i 1977.

# EVOLUSJON TEORIENS HISTORISKE MISBRUK

## Hvorfor ble ikke tyske nazi-leger stilt for retten?

Vårt neste spørsmål er hvorfor de aller fleste av de tyske legene som hadde deltatt i den umenneskelige aktiviteten før og under krigen - med unntak av 23 - ikke ble stilt for retten og til og med fikk fortsette sin praksis som leger, ofte med høy sosial status? Vi skal her begrense oss til to grunner for dette. Den ene er at det var ikke kjent på det tidspunktet da rettsaken mot de tyske leger foregikk (1947), hvor omfattende de tyske leger hadde vært involvert i dette. Det skjedde et vendepunkt med et forskningsprosjekt i 1980<sup>2</sup>. Det ble da dokumentert at mange av legene, som fremdeles hadde fremtredende stillinger i helsevesenet og i forskning, hadde bidratt til den bestialske aktiviteten. En ny rettssak ville da rimeligvis være for sent. Men Annas & Grodins bok om nazi-legene har spilt - og spiller nok fortsatt - en viktig rolle. Det er god grunn til å tro at den etiske bevissthet blant leger har økt betraktelig i de senere år.

Den andre grunnen er at like etter krigen økte spenningen mellom øst og vest, dvs. mellom Sovjetsamfunnet og Vesten, noe som førte til den 'kalde krigen'. Resultatet av dette var at det særlig i USA ble gjort flere medisinske forsøk med relevans for det militære, med til dels grove utfall for dem det ble forsket på. Tanken bak dette var nok at risikoen for en ny verdenskrig - til og med en atomkrig - var stor og at det gjaldt å være best mulig forberedt.

Et eksempel på slik forskning, som ble utført i Nevada-ørkenen i USA i 1953, besto i bevisst å utsette en rekke soldater for stråling fra en atomeksplosjon. Formålet var trolig å få kunnskap om hvor vidtrekkende den skadelige radioaktive strålingen etter en atombombe ville være. Dette skjedde uten at soldatene var beskyttet og uten at de hadde blitt spurt om de var villige til å delta i slike forsøk. En av soldatene døde senere pga. kreft. Dette førte til en rettssak som endte med at USAs høyesterett - riktignok mot et mindretall - avviste at soldaten hadde krav på erstatning. Rettens begrunnelse var at det var forskjell på denne forskningen og den forskningen som hadde foregått i de tyske konsentrasjonsleirene i strid med Nürnberg-koden, som var domspremisene i rettsaken mot de tyske nazi-legene i 1947.

Konklusjonen er at heller ikke amerikanerne - selv etter den 2. verdenskrig - har lyktes i å unngå uetisk forskning på mennesker, selv om dette ikke kan knyttes til evolusjonsteorien.

## Nazismens feilaktige ideologi

Vi skal avslutte med å se nærmere på hvordan man kan forholde seg til den darwinistiske evolusjonsteorien. Den rasistiske nazi-

ideologien var basert på en rekke feil i forståelsen av den Darwins evolusjonsteori. Også en rekke leger og biologer (ikke bare i Tyskland!) bidro til dette, noe som er blitt klart i ettertid t. - La oss se nærmere på dette.

Det mest åpenbare problemet er selve rasebegrepet og bruken av begrepene *rase* og *art*. Vi skal ikke gå i detalj om dette men vise til Einar Kringlens påvisning av hvor komplisert og vanskelig det er å skjelle klart mellom hva ved våre menneskelige egenskaper som beror på våre gener og hva på vårt miljø, og merke oss at "menneskelige populasjoner ikke er svært forskjellige genetisk sett." Dét kan derfor knapt gi grobunn for den rasistiske oppfatningen at forskjellene mellom de humane raser gir grunnlag for ulike verd. - Om jødene kan det dessuten føyes til at nyere historieforskning har underminert tanken om at jøder tilhører en bestemt rase, dvs. at jøder biologisk og historisk sett nedstammer fra den samme gruppen mennesker.

*Hva med intelligens?* Kan intelligensmessige forskjeller bero på rasemessige forskjeller? Det er urimelig: Hvis det - mot formodning - skulle være en forskjell i gjennomsnittlig intelligens, f.eks. mellom sorte og hvite, eller mellom ariere og andre folkegrupper, ville slike forskjeller være minimale sammenlignet med forskjellene intern i de ulike leirer:

*Hva med hudfarge?* Det er påvist at endring av hudfarge er en av de raskeste evolusjonsmessige endringer og kan skje uavhengig av andre genetiske endringer. Den kan radikalt endres allerede etter 6000 år, som i et evolusjonsmessig perspektiv er en svært kort tid. Hudfarge kan dermed ikke ha noe med rase å gjøre.

## Vitenskap og/eller etikk

Et siste og avgjørende punkt er forholdet mellom naturvitenskapelige fakta (deskriptive hensyn) og etiske prinsipper (normative hensyn). Det kan skjelles mellom to ulike feil som ble gjort om dette: Det ene var en sammenrotning av det deskriptive og det normative, mens den andre var et misbruk av selve skillet.

Et angivelig etisk prinsipp - f.eks. at man bør hindre fremveksten av laverestående individer og styrke de høyerestående grupper - kan *ikke* begrunnes på et rent vitenskapelig grunnlag, av den enkle grunn at etiske prinsipper ikke kan begrunnes på deskriptiv, vitenskapelig basis. Evolusjonsteorien er slik sett en rent deskriptiv teori, dvs. som verdimesig sett er nøytral, og kan derfor ikke gi svar på dette. Dette representerer den første feilen. For å løse dette, ville det *i tillegg* (til evolusjonsteorien) trenges en etisk (eller verdimesig) teori. Men *hvilket* etisk prinsipp ville kunne støtte en slik rasistisk oppfatning? Og hvordan kunne

<sup>2</sup> Som en konsekvens av dette ble det i 1983 dannet forskningsprosjektet Verein zur Erforschung der nationalsozialistischen Gesundheits und Sozialpolitik (Pross, s. 44).

# EVOLUSJON TEORIENS HISTORISKE MISBRUK

den *begrunnes*? - Det er neppe mulig, og de som har stått for en slik oppfatning (f.eks. nazistene), har ikke gitt en slik begrunnelse. Det at man ikke stilte krav om en slik begrunnelse (som ville ha vist dens svakhet), kan være noe av forklaringen på hvorfor nazismen hadde slik bred appell - også blant vitenskapelig kompetente personer. Og, som vi har sett, førte dette til grove etiske brudd, som utrydding av jøder, sigøynere, kronisk syke, homofile, etc. i Nazi-Tyskland - men *også* steriliseringen av angivelig 'lavtstående' mennesker i Norge.

Den andre feilen ble begått av noen av legene som sto for retten i Nürnberg. De forsvarte seg med at de hadde kompetanse som leger, men ikke var moralske eksperter og derfor ikke hadde moralsk ansvar for det som ble gjort i konsentrasjonsleirene. De mente at moralske og verdimeslige spørsmål lå utenfor vitenskapens (og deres) rekkevidde og at de som forskere derfor ikke kunne, og egentlig ikke skulle, ta stilling til etiske hensyn. Det måtte overlates til andre. De vitenskapelige var uten ansvar for eller skyld i de overgrep som ble gjort, mente de.

Domspremissene i Nürnberg-prosessen mot tyske leger i 1947 ga et klart svar på slike forsøk på ansvarsfraskrivelse. De besto av 10 strenge betingelser for når det er etisk akseptabelt å forske på et menneske. Brudd på disse betingelsene var grunnlaget for Nürnberg-dommen. Det å vise til mangel på etisk dømmekraft ble ikke akseptert av retten. Av de 23 anklagede, ble 15 funnet skyldige, og 7 av disse dømt til døden ved hengning.

## Referanser

- Annas, George J. & Grodin, Michael A. (red.): *The Nazi doctors and the Nuremberg Code. Human Rights in Human Experiments*, Oxford University Press (1992)
- Hessen, Dag O., Lie, Tore & Stenseth, Nils Chr. (red.): *Darwin. Verden ble aldri den samme*, Gyldendal (2008).
- Kringlen, Einar: "Samfunn, biologi og atferd", Stenseth & Lie, ss. 253-263.
- Nielsen, Torben Hviid (et al.): *Livets tre og kodenens kode. Fra Genetikk til bioteknologi. Norge 1900-2000*, Gyldendal Akademisk (2000).
- Sand, Shlomo: "Myten om det jødiske folket", Le Monde diplomatique - globalt perspektiv på politikk og medier, 06.08.2008, <http://www.lmd.no/index.php?article=11698>.
- Stenseth, Nils Chr. & Lie, Thore (red.): *Evolusjonsteorien. Status i norsk forskning og samfunnsdebatt*, Gyldendal norsk forlag (1984).

## Sosialdarwinisme

Tekst: Cato Tandberg

Sosialdarwinisme er et forsøk på å forstå naturen normativt, og så overføre dette på samfunnet. Det er en filosofisk/ideologisk retning hvor man forsøker å styre menneskeskapte samfunn ut fra en overbevisning om at naturen er normativ. Sosialdarwinismen var en sosiologisk strømning etablert av den britiske filosofen Herbert Spencer på slutten av 1800-tallet. Teorien innebar en rettferdiggjørelse av klasseskiller og diskriminering på bakgrunn av kjønn, legning og etnisitet. Den var grunnlaget for eugentikkbevegelsen og raseteorier som vi fikk på 1900-tallet. Dette til tross for at vi på dette tidspunktet ikke klart forstod sammenhengen mellom genetikk og evolusjon ved naturlig utvalg. Grunnprinsippet i sosialdarwinismen er at arten/nasjonens utvikling skjer ved å velge ut de sterke individene/rasene/nasjonene, slik at disse viderefører genene sine og at dette vil gi framskritt. Fattigdommen i et samfunn får slik sett en funksjon i denne ideologien: den renser samfunnet for svake individer og deres gener. Et slikt tankesett legitimerer også en imperialistisk stat. Sosialdarwinismen var en ideologi, ikke en vitenskap.

Denne formen for sosialdarwinisme har få forsvarere i dag, og Darwin tok selv avstand fra den. Den er ikke tuftet på noe vitenskapelig grunnlag og bygde da også på to fundamentalt gale tolkninger av evolusjon ved naturlig utvalg, nemlig:

- 1) At evolusjon er en forutbestemt kraft som gir framskritt
- 2) At "Survival of the fittest" = den sterkestes rett.

At kunnskap kan og vil bli misbrukt kan ikke vi som et samfunn klandre opphavsmannen eller -kvinnen for. Vi kan ikke klandre Darwin og evolusjon ved naturlig utvalg for verken raseteorier eller slavehandel. Begge deler var godt etablert i de fleste samfunn lenge før Darwins vitenskapelige teori så dagens lys. Og mye av det som kjennetegnet argumentasjonen - for disse teoriene i sin samtid bar nettopp *ikke* preg av å være vitenskapelig.

For en fyldigere omtale av misbruk og misforståelse av Charles Darwins enkle men farlige teori anbefales Erik Tunstads siste bok: *Darwins teori, evolusjon gjennom 400 år*, kapittel 8.

## EVOLUSJON DARWIN OG RUND SOLDOGG

# Charles Darwins kjærlighetsforhold til rund soldogg (*Drosera rotundifolia*)

**Ett av Darwins mange bidrag til naturvitenskapen var hans studier av kjøttetende planter. Under et opphold hos slektninger i Sussex, kom han over kolonier av rund soldogg som vokste på matter av torvmose. Han gjennomførte en serie av enkle eksperimenter, som også kan gjentas på ungdomstrinnet eller i videregående skole. Darwin ble fascinert og overrasket over hvor følsomme plantens kjertelhår var for fysiske og kjemiske stimuli.**

Jo mer du leser om Charles Darwin, dess mer vil du trolig undres over hvordan han greide å proppe så mye inn i et 73-årig liv. Han var en gift mann med 10 barn, hvorav 3 døde før de fylte 12 år. Han reiste mye for å besøke, og å bo hos slektninger og hadde familieferier i fasjonable kystbyer som Eastbourne og Bournemouth. Men det var en umettelig interesse for planter og dyr som tok det meste av tiden hans fra tidlig barndom av. På midten av 1800-tallet var han blitt en ledende zoolog og en eminent botaniker med god kjennskap til hageplanter. Selv i dag, 200 år etter hans fødsel, er det vanskelig å finne noen med en bredere og mer detaljert kunnskap om lokal engelsk flora og fauna.

Selv om Darwin er mest kjent for sin teori om evolusjon ved naturlig utvalg, gjorde han også viktig forskning på et stort antall dyre- og plantearter som meitemark, rankefotinger, orkideer, klatreplanter og kjøttetende planter.

På forsommeren 1860 bodde Darwin hos sin svigerinne i en liten landsby i utkanten av Ashdown Forest i Sussex. Han gikk ofte ut på lange turer, og en dag kom han over kolonier av rund soldogg som vokste på matter av torvmose.

Darwin hadde en utrolig evne til observasjon, og hadde et spesielt øye for biologiske fenomener som det var verdt å undersøke mer inngående. Han så nærmere på de små plantene og oppdaget at de tiltrakk seg insekter og at de fanget dem i klebrig slim



**Næråbilde av rund soldogg. Med bevegelige kjertelhår fanger rund soldogg smådyra som blir sittende fast i det klebrige slimet. Foto: Wikipedia (creative commons).**

# EVOLUSJON DARWIN OG RUND SOLDOGG

som bladene deres var dekket av. Plantene drepte insektene og pakket bladene sine rundt dem, og insektkroppene ble oppløst. Plantene løste opp kroppene til det ikke var stort annet igjen enn småbiter av tomt insektskall. Fascinert av denne prosessen tok Darwin med seg rund soldogg fra skogen tilbake til sin svigerinne.

Han gjorde noen foreløpige eksperimenter. Han fulgte med på at plantene fanget og drepte mygg, fluer og edderkopper og testet også med rått og kokt kjøtt. Han oppdaget at bladene reagerte på kontakt med en kamelhårsbørste, men ble lite påvirket av koks. Seinere i 1860, da han var på ferie i Eastbourne, moret han seg med, som han uttrykte det, flere eksperimenter på rund soldogg. Sannsynligvis var det planter han hadde samlet i Ashdown Forest tidligere på året. Slik vet vi også at han var en mann som tok arbeidet med seg på ferie med familien.

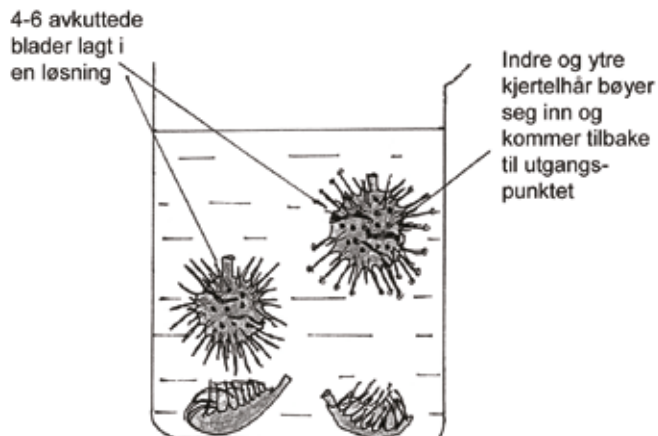
## Morfologi og anatomiske trekk

Rund Soldogg (*Drosera rotundifolia*) med sine runde blader kan minne om en minitusenfryd. På oversiden av bladene har den tallrike rubinrøde, flercellede kjertelhår som alle ender i en liten rund knott. Denne knotten avgir et tykt og spesielt klebrig slim. Darwin kalte hårene for "tentakler". Han skilte også i form og funksjon mellom de lange utvendige kjertelhårene på bladkanten og de kortere indre kjertelhårene innenfor dem og de platelignende kjertelhårene i sentrum av bladene. Når planten skilte ut gjennomsiktig slim og det samlet seg på bladene, glinset bladene i solskinet. Kan hende villedet de noen insekter til å tro at bladene var dekket med dogg, mens andre ble ledet til å tro at de nærmet seg blomster med tallrike støvbærere og røde kronblad. Uansett, noen riktig store virvelløse dyr ble i alle fall drept av rund soldogg i Ashdown Forest. Plantens bytte omfattet fluer, øyestikker, nattsommerfugl, sirisser og edderkopper. Noen av dem så ut til å ha dødd rett og slett som et resultat av at de spaserte over bladoverflaten. Straks det uheldige byttet blir fanget av planten, bøyer kjertelhårene seg innover i en dødelig omfavelse. Omfavnelsen vedvarer til byttet er oppløst. Så retter hårene seg sakte opp og finner tilbake til sin opprinnelige stilling. Regnet kan så vaske vekk rester av dyret, slik at bladene igjen blir klare for å "spise".

## Eksperimentelle metoder

Da Darwin kom hjem til Down House i Kent, fortsatte han eksperimenteringen med rund soldogg som han dyrket i drivhus.

I den første serien med eksperimenter brukte han hele planter. Han la ulike materialer i midten av enkeltblader og noterte så hvordan de ytre og indre kjertelhårene reagerte (Se tabellen på neste side).



Darwins metode for å bestemme hvordan rund soldogg reagerte i ulike væsker. (illustrasjonen er brukt med tillatelse fra Peter Freeland og School Science Review)

Han tok også tiden. Han ville se hvor lang tid tentaklene brukte på å komme tilbake til sin opprinnelige stilling. Etter hvert oppdaget han at avskårne blader oppførte seg omtrent på samme måte som om de fortsatt satt på planten.

I den andre serien med eksperimenter ble 4-6 avskårne blader lagt i flere forskjellige løsninger. Igjen noterte han hvordan ytre og indre tentakler oppførte seg, og han tok tiden til tentaklene var kommet tilbake i opprinnelig posisjon eller hvor lang tid det tok før de ble svarte og døde.

I ett slikt eksperiment la han fire blader i destillert vann og fire andre i en løsning med ammoniumkarbonat. De som lå i destillert vann forble åpne, mens de som lå i ammoniumkarbonat raskt krøllet seg sammen. Dette kunne tyde på at nitrogen stimulerte kjertelhårenes bevegelse. Darwin innså tidlig at rund soldogg kunne brukes eksperimentelt til å undersøke virkningene av faste stoffer og kjemiske løsninger på plantefølsomhet. Videre eksperimenter viste at kjertelhårene også ville reagere på kontakt, bevegelse og sammenpressing når noe lå oppå eller beveget seg over bladets overflate.

Etter å ha tenkt ut en så enkel og elegant vitenskapelig undersøkelsesmetode undersøkte Darwin effekten av en stor mengde stimuli på kjertelhårenes bevegelse. Han fikk hjelp av andre forskere, som Edward Cressy og Daniel Oliver, som foreslo en rekke kjemiske stoffer som kunne testes. På dette tidspunktet

# EVOLUSJON DARWIN OG RUND SOLDOGG

var Darwins kone bekymret og skrev i et brev til en venn at han behandlet rund soldogg som om den var et "levende vesen" som han håpet til slutt å kunne bevise var et dyr.

## Resultater og konklusjoner

Darwin var svært begeistret over noen av resultatene og skrev blant annet til Sir J.D. Hooker at han brydde seg for øyeblikket mer om *Drosera* enn om opprinnelsen til noen som helst annen art i verden. Darwin uttrykker overraskelse over hvordan kjertelhårene reagerer på nitrogenisert (hans uttrykk) væske og andre stimuli, en ekstrem lett vekt eller om de berøres med en nål. Kjertelhårenes stilk bøyer seg ned mot festepunktet på under ett minutt. "Jeg vil hevde at det er sikkert" skriver han "at et menneskehår som veier 1/78,000 av et grain (engelsk vektenhet = 64,8 mg) er tilstrekkelig til å forårsake en mistenksom bevegelse. I et tredje brev kommer konklusjonen "Er det ikke rart at en plante skulle være mye mer sensitiv overfor berøring enn noen nerve i menneskekroppen?"

Darwins arbeid med *Drosera* ledet ham til studiet av andre insektetende planter, som tettegrass (*Pinguicula vulgaris*, se s 74-77) og flere andre. Darwin avsluttet mesteparten av sine eksperimenter med *Drosera* før 1870, noen få avsluttet han i 1873, men det var ikke før i juli 1875 at boken hans *Insektetende planter* ble utgitt i London av John Murray, Sammen med boken *Klatrende planter*, som også ble publisert i 1875, hadde Darwin bidratt med en minneverdig utvidelse av studiet av plantenes følsomhet.

Testede materialer	Bøyingstid	Tid tilbake til utgangspunkt
Kaldt vann	Ingen	
Varmt vann	Raskt	Raskt
Glovarmt vann	Ingen	Bladene ble svarte
Rått kjøtt	Raskt	Sakte
Tørr mose	Sakte	Raskt
Glass	Veldig sakte	Raskt
Koks	Veldig sakte	Raskt

Tabellen viser Darwins eksperiment med materialer som han plasserte på bladene til rund soldogg.



Smal soldogg. Foto: Sonja M. Mork

## Undervisningstips

Her ser vi at læreren kan fortelle elevene om Darwins eksperimenter med rund soldogg. Dette kan inspirere til å arbeide med temaet kjøttetende planter, et tema vi tror kan interessere både gutter og jenter. Rund soldogg er en vanlig plante som vokser over store deler av Norge og som dermed er tilgjengelig for mange skoler. Når elevene har hørt historien om Darwin, kan klassen eller læreren finne rund soldogg, ta med noen eksemplarer av planten inn i klasserommet og gjenta noen av de enkle eksperimentene Darwin i sin tid gjorde. Er norsk rund soldogg like glupsk som de plantene Darwin observerte i Ashdown Forest?

Tettegrass er også en kjøttetende plante som vokser mange steder i Norge (se s.74-77). Kanskje kan elevene sammenligne hvordan tettegrass og rund soldogg fanger insekter. Hva er likt og hva er forskjellig? Fanger de samme type bytte? Hva skiller disse plantene fra andre planter? Hvilke andre kjøttetende planter har vi i Norge?

## Fra forskning.no DARWIN I PAKISTAN



# Darwin i Pakistan

Hva tenker egentlig skoleelever i Pakistan og Indonesia om evolusjonsteorien?

**Det er en velkjent situasjon fra USA: Siden 1920-tallet har kreasjonister med hånden på bibelen gjentatte ganger utfordret undervisningen av Darwins evolusjonsteori i amerikanske skoler. Men der den amerikanske striden rundt evolusjonsteorien er godt kjent, er kunnskapen om undervisningen av evolusjonen i muslimske land langt mindre.**

Dette står imidlertid i sentrum for et pågående forskningsprosjekt der målet er å kartlegge holdninger til evolusjonsteorien og hvordan det undervises i den i muslimske samfunn. Studien ledes av forskere ved Evolution Research Centre ved kanadiske McGill University og er ifølge tidsskriftet *Nature* den første store studien av sitt slag.

### Elevenes holdninger

Forskningsprosjektet innholder blant annet en omfattende studie der 3 800 elever ved offentlige skoler i Indonesia og Pakistan har blitt stilt en serie spørsmål knyttet til evolusjonsteorien. I denne studien svarer flertallet at de er enige i at evolusjonsteorien er basert på solide beviser. 85 prosent av elevene svarer i tillegg at de er enige i at fossiler viser at liv har eksistert i milliarder av år og at det har utviklet seg over tid.

Samtidig svarer imidlertid 80 prosent av de pakistanske elevene og 49 prosent av de indonesiske elevene at de mener at "de første menneskene på jorda ble skapt av gud, ikke gradvis, men i sin nåværende form". I studien er elevene også spurt om hvorvidt de mener det er en konflikt mellom Koranen og vitenskapen hva angår forklaringer på menneskets opprinnelse. 64 prosent av de pakistanske elevene og 36 prosent av de indonesiske svarer at de mener det er en slik konflikt.

### Forskere og lærere

Forskningsprosjektet stanser imidlertid ikke ved elevenes holdninger, det inkluderer i tillegg studier blant både lærere og forskere i de samme landene. Og ifølge biologiprofessor Jason Wiles

ved Syracuse University er det store forskjeller i holdninger blant de forskjellige gruppene.

– Blant forskerne synes det å være en generell aksept for evolusjonen, sier Wiles til forskning.no.

I forbindelse med prosjektet vises det også til at vitenskapsakademiene i både Pakistan og Indonesia, samt en rekke andre land, i 2006 signerte en uttalelse der de ber foreldre og lærere om å utdanne barna om jordas opprinnelse og utvikling. Ifølge Wiles er situasjonen en helt annen blant lærere på ungdomstrinnene enn blant forskerne. Blant disse lærerne er det ifølge Wiles en generelt "lav forståelse og aksept" for evolusjonsteorien. Wiles understreker overfor forskning.no at forståelsen blant elevene må sees i sammenheng med graden av forståelse og aksept blant lærerne deres. Lav aksept blant mange lærere gjør ifølge forskeren at elevene gjerne får motstridende forklaringer på evolusjonen.

### Forskjeller

Ifølge Wiles er det for øvrig store forskjeller på undervisningen av evolusjonen i de forskjellige landene.

– I Pakistan inkluderer læreplanen en mer eller mindre standard behandling av evolusjonen, riktignok med henvisninger til Islam. Men bruddet mellom læreplanen og lærernes holdninger indikerer at det som er "ment" å bli undervist ikke nødvendigvis blir det, eller at det kan bli hemmet av lærere som avviser evolu-



# Fra forskning.no **DARWIN I PAKISTAN**

sjonen og sier til elevene sine at det er galt, hevder Wiles.

Kreasjonisme synes å være mer populært blant yngre muslimer, hevder biologiprofessoren, og legger til at den også synes å være mer rådende i Indonesia enn i Pakistan.

– Rapporter fra våre kolleger i Indonesia indikerer at kreasjonistisk litteratur er utbredt på ungdomstrinnene der, mens det ikke har blitt rapportert av deltakere fra Pakistan, sier Wiles.

## Adnan Oktar

Et eksempel på dette er ifølge Wiles litteratur av den tyrkiske kreasjonisten Adnan Oktar, som av Wiles karakteriseres som ”en skamløs propagandist”. Oktar er blant annet kjent for *Atlas of Creation*, skrevet under pseudonymet Harun Yahya og spredd også i Europa, deriblant Norge.

Om dette sier Wiles at ”enhver som vet noe om vitenskap, biologi, geologi eller kritisk tenking vil raskt få øye på vrangforestillingene som tilbys i atlasen”.

– Dersom elever i Indonesia får presentert Oktars arbeid som ”vitenskap”, vil de ikke se dette som noe som er i konflikt med sin religion, sier Wiles.

At elevene i de to landene gir så forskjellige svar kan ifølge forskeren blant annet skyldes forskjellige syn på vitenskap. Han legger til at mange elever ifølge studien mente at ”god vitenskap” også burde inkludere religiøse forklaringer.

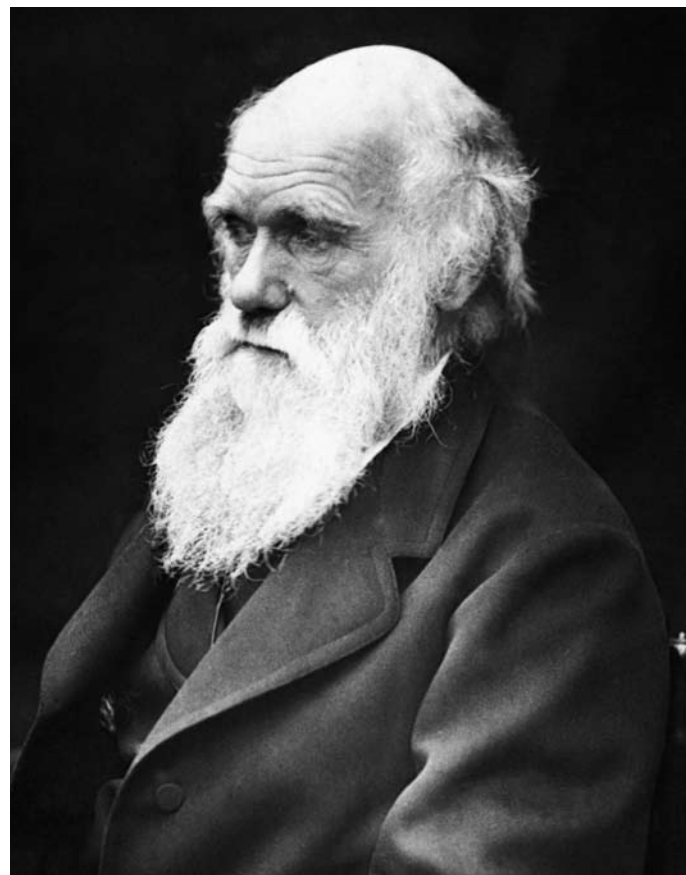
– Med en slik forståelse, eller misforståelse om du vil, er det ingen konflikt, sier Wiles.

Når det gjelder kreasjonismen sier Wiles at man både finner likheter og forskjeller mellom muslimsk og kristen kreasjonisme. En viktig forskjell er ifølge biologiprofessoren at forestillingen om at jorda bare er noen tusen år gammel, som har vært utbredt blant kristne kreasjonister, er relativt fraværende blant muslimske kreasjonister.

## Evolusjonen

Hva angår den generelle oppslutningen om evolusjonen viser Wiles til en studie presentert i tidsskriftet *Science* i desember. På spørsmål om de var ”enig eller uenig i Darwins utviklingsteori” svarte 16 prosent i Indonesia og 14 prosent i Pakistan at Darwins teori ”trolig” eller ”mest sannsynlig” er riktig.

Når det gjelder USA viste en måling refert av forskning.no tidligere i år, at antallet amerikanere som aksepterer ideen om evo-



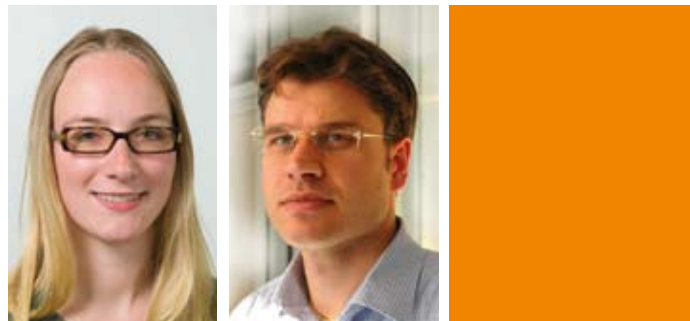
**Charles Darwin (1809-1882) på dine endre dager.**  
Foto: J. Cameron, 1869.

lusjon har gått tilbake fra 45 til 40 prosent i løpet av tjuen år. Andelen som fornekte evolusjonen har i samme periode gått fra 48 til 39 prosent. Selv har for øvrig Jason Wiles nær kjennskap til amerikansk kreasjonisme gjennom oppveksten i en kreasjonistfamilie i Arkansas, i hjertet av det amerikanske bibelbeltet. I dag følger han forholdene for undervisning av evolusjonen blant annet i hjemlandet, som en av lederne ved det kanadiske Evolution Education Research Centre.

## Referanse

Studien av de pakistanske og indonesiske elevenes holdninger til evolusjonen er en del av et større forskningsprosjekt ledet av forskere ved Evolution Education Research Centre ved kanadiske McGill University: [www.mcgill.ca/eerc](http://www.mcgill.ca/eerc)

## GENER I MEDIA OG KLASSEROM



# Mediaanalyse i biologitimen?

**Kunnskap om gener har en stadig mer sentral rolle i samfunnsutviklingen, med betydning for alt fra mat og sykdom til prøverørsbarn og kriminalpolitikk. Men hva er egentlig et gen? Med denne artikkelen vil vi vise hvordan en internasjonal medieanalyse kan hjelpe både lærere og elever til en dypere forståelse av gen-begrepet.**

### Gener i media

Forskning har vist at massemedia er en av befolkningens viktigste kilder til naturvitenskap. Det er derfor neppe tilfeldig at læreplanen for videregående skole har som kompetansemål at elever skal kunne ”finne fram til ny kunnskap i biologi fra ulike medium og vurdere informasjon og påstander i media på et faglig grunnlag” (Biologi 2, Den unge biologen).

I forskningsprosjektet *Gener i media* ved Institutt for medisinske basalfag ved Universitetet i Oslo, studerer vi hvordan forskere og journalister kommuniserer om gener. I en studie som nylig ble publisert i tidsskriftet for den europeiske organisasjonen for molekylærbiologi, *EMBO Reports*, har vi analysert hvordan norske og britiske aviser bruker gen-begrepet. Studien er en systematisk tekstanalyse, en såkalt *framing* analyse, av 300 avisartikler. Vi identifiserer fem kategorisk forskjellige måter å kommunisere gen-begrepet (se tabellen på s.37). Hver av disse *gen-rammene* (engelsk: gene frames) formidler ulike perspektiver og har grunnleggende betydning for den vitenskapelige forståelsen.

Det første perspektivet har vi kalt den *materialistiske* gen-rammen. Perspektivet beskriver genet som en fysisk enhet som kan identifiseres og manipuleres på det molekylære nivå. Her sees et gen som en del av DNA-molekylet som koder for et protein. Dette er et perspektiv som også er kjent fra lærebøker.

Det andre perspektivet har fått betegnelsen den *deterministiske* gen-rammen. Det setter fokus på genets funksjon og kan gi inntyk av at det finnes en absolutt sammenheng mellom gen

og egenskap (genotype og fenotype). Denne gen-rammen ser vi spesielt i tabloidpressen, gjerne formulert som påstander om at forskere har funnet genet for homofili, genet for alkoholisme, genet for kreft osv.

Det tredje perspektivet handler også om genets funksjon, men fremstiller genet som en risikofaktor som øker sannsynligheten for en egenskap eller sykdom. Dette har vi derfor kalt den *relativistiske* genrammen. I stedet for å si at vi har funnet genet for brystkreft, vil mediene her for eksempel si at de ha funnet et gen som *disponerer for* brystkreft.



Faksimile fra Dagbladet.

# GENER I MEDIA OG KLASSEROM

Det fjerde perspektivet har fått betegnelsen den *evolusjonistiske* genrammen. Det setter genet inn i en større sammenheng og viser at egenskaper, sykdom eller biologisk utvikling handler om samspill mellom arv og miljø. Fokus kan for eksempel være på hvordan gener har utviklet seg gjennom evolusjonen eller hvordan kostholdet til en gravid kvinne kan skru av og på gener under fosterutviklingen.

Til slutt fant vi, som andre før oss, at genet også har blitt et ikon og en metafor i den moderne kulturen. Denne *symbolske* genrammen har ikke direkte sammenheng med det vitenskapelige *genet*, men kan likevel bety mye for den alminnelige forståelsen av begrepet. Uttrykk som at «*Jeg har et shopping-gen som jeg må ha arvet etter mor*» eller at «*Mazdas har mange Ford-gener*» er to klassiske eksempler.

Til sammen har vi altså klassifisert fem genrammer som brukes i ulike sammenhenger og som representerer til dels svært forskjellige forståelser av hva et gen er (se tabellen på s.37): Gener er molekyler, årsak til egenskaper, risikofaktorer, grunnlag for evolusjon og et viktig kulturelt symbol. Først når vi ser disse perspektivene i sammenheng, får vi en virkelig forståelse av begrepet. Kunnskap om disse ulike genrammene kan bidra til økt bevissthet om hvordan vi tenker og snakker om gener. Når vi velger en ramme, er det ikke bare et spørsmål om smak og behag, men det har en grunnleggende betydning for den vitenskapelige forståelsen.

## Gener i læreboken

De fem genrammene kan vi også finne i andre type tekster, inkludert lærebøker. For å illustrere dette poenget har vi derfor i denne artikkelen foretatt en enkel analyse av hvordan gen-begrepet presenteres i Grunnbok Biologi Vg2 (Grønlien mfl. 2008).

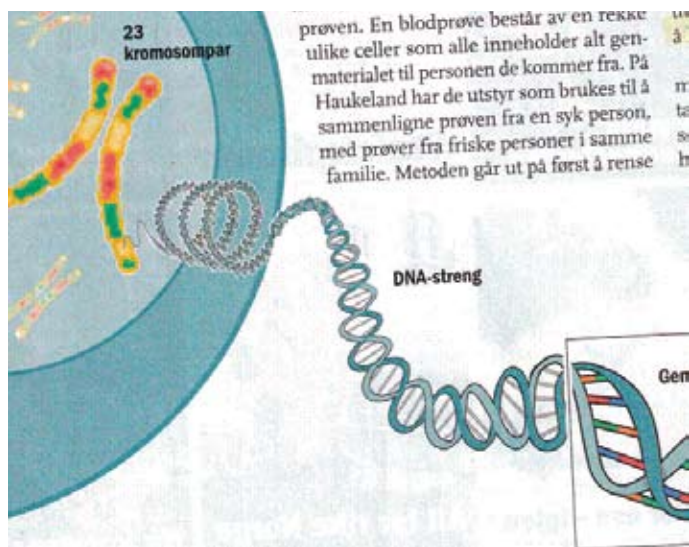
I innledningen til kapittelet *Cellens Livssyklus* bruker lærebokforfatteren den materialistiske rammen for å beskrive hva et gen er: «*For hvert protein som lages i en celle, finnes det en kode i DNA. Denne koden kalles et gen og er et bestemt avsnitt av DNA...*» (s.95). Senere i boken brukes den deterministiske rammen for å presentere en enkel og direkte kobling mellom gen og funksjon: «*Genet for proteinet som bestemmer egenskapen øreflippform.*» (s.215). Den relativistiske rammen brukes for å belyse overvekstproblematikken: «*Man antar at kroppsvekten vår er 70 % bestemt av genetiske disposisjoner og 30 % styres av miljøet. De med genetiske disposisjoner for å utvikle fedme er derfor mer utsatt*» (s.250). Den evolusjonistiske rammen blir brukt i en forklaring om hudfarge: «*Miljøet er en sterk bidragsyter til hvor-*



*dan fenotypen faktisk er. I tilfellet med hudfarge vil sola påvirke pigmentproduksjonen. Derfor sier vi at genotypen sier noe om hvilke disposisjoner vi har for å utvikle en fenotype, men miljøet avgjør hvordan fenotypen er.»* (s.234).

I denne enkle analysen har vi altså vist at *Grunnbok Biologi Vg2* bruker alle de ulike gen-rammene, med unntak av den symbolske. Samlet sett gir boken dermed et bredt innblikk i hva et gen er. Et interessant spørsmål er om bruken av de ulike gen-rammene er forfatterens bevisste valg eller om dette først og fremst er knyttet til akademiske konvensjoner og vaner. Videre er det et spørsmål om lærere og elever ser at læreboken bruker gen-begrepet på flere ulike måter og om de forstår sammenhengen mellom disse perspektivene. Vi tror derfor at en aktiv bevisstgjøring av genbegrepets ulike sider kan gi bedre forståelse av biologifaget som helhet, inkludert medisin og helsefag.

# GENER I MEDIA OG KLASSEROM



Fra Aftenposten.

## Gener i klasserommet

Vi har nylig innledet et langsiktig samarbeid med Ullern videregående skole i Oslo der vi vil bruke tekst- og medieanalyse for å øke elevenes biologiforståelse. Med klassifiseringssystemet (se tabellen s.37) og klassiske eksempler fra media vil vi gi elevene en innføring i de ulike gen-rammene. Hver for seg eller som gruppearbeid kan elevene få i oppgave å gjenkjenne perspektivene i ulike tekster, som for eksempel avisartikler, utdrag fra lærebøker eller sammendrag av vitenskapelige artikler. Tekstene kan med fordel velges slik at de dekker flere kompetansemål i læreplanen.

Vi har utviklet et enkelt *analyse-sett* bestående av et instruksjonshefte og fem markerpenner med ulik farge for å markere ord, fraser og hele setninger. Fargene skal brukes for å markere ulike gen-rammene (dette kan også gjøres elektronisk). Hver tekst blir dermed til et fargekart som visualiserer elevens tekstanalyse. Elevene kan sammenligne resultater med hverandre og med "fasit", og de kan diskutere eventuelle uoverensstemmelser. På denne måten kan elevene diskutere hva genbegrepet betyr innenfor det aktuelle temaområdet. De kan også se kritisk på hvordan ulike medier formidler vitenskap. Aktiviteten dekker dermed et av de grunnleggende kompetansemålene i Biologi 2, Vg3 om å kunne "trekke ut, tolke og reflektere over informasjon som finnes i biologifaglige tekster, brosjyrer, aviser, bøker og Internett", samt å "forklare hvorfor publisering og faglig kritikk er nødvendige prosesser i biologi som vitenskap".

For å måle elevenes læringsutbytte, ønsker vi å teste forståelse av genbegrepet før og etter aktiviteten. Vi ønsker også å sammenligne resultatene med en kontrollgruppe som får "tradisjonell" undervisning om gen-begrepet. Aktiviteten vil i første omgang prøves ut som del av genetikkundervisningen i Biologi 2 og Vg3. Med riktig tilpassning tror vi at denne tilnærmingen også kan anvendes i Naturfag og Vg1 eller for den saks skyld på universitetsnivå.

En spesielt spennende utfordring ligger i muligheten for samarbeid på tvers av fag. Koblingen mellom realfag og språkfagene er åpenbar. Det er for eksempel ikke noe problem å finne lettfattelige, genrelaterte avisartikler på engelsk. Med det nyutviklede *analyse-settet* som redskap, vil elevene få både språkopplæring og innsikt i avansert tekstanalyse (framing analyse) samtidig som de utfordrer og utvider sin forståelse av biologi. Enda mer spennende kan det bli dersom lærere også trekker inn kompetanse og læringsmål fra andre fag som medier og kommunikasjon og samfunnsfag. På sikt håper vi å kunne utvikle et helhetlig undervisningskonsept som formidler grunnleggende vitenskapelig kompetanse på tvers av tradisjonelle fagområder.

## Litteratur

- Carver, R., Brevik, J. and Waldahl, R. (2008) "Frame that Gene", EMBO Reports, Vol. 9, Nr. 10, October 2008, s. 943-947.
- Grønlien, H.K., Ryvarden, L. og Tandberg, C. (2008) Bi2: Grunnbok Biologi VG2. Gyldendal Norsk Forlag AS. 1 utgave, 1 opplag.
- Sjøberg, S. (2004) Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk. 2 utgave, Gyldendal Akademisk, Oslo.
- Lærerplan i biologi 2 – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram
- Lærerplan i norsk – Vg3 – studieforbereende utdanningsprogram
- Lærerplan i medier og kommunikasjon – felles programfag Vg3



# GENER I MEDIA OG KLASSEROM

Genramme	Beskrivelse (delt opp i underkategorier)	Nøkkelord, fraser og metaforer	Eksempler
<b>Materialistisk</b>	En fysisk enhet, et molekyl	DNA sekvens, protein, kromosom, lokalisere, identifisere, flytte, sette inn, innsamle, nedbryte, kartlegge, mutasjon. Metaforer: kode, kart.	"Genene settes med sprøyte som gjør det lettere å putte gener inn i muskell-celler"
<b>Deterministisk</b>	Direkte årsak til egenskap  Arv i motsetning til miljø	"Genet for", årsak, bestemmer, skylden, medfødt. Metaforer: dataprogram, livets bok  "Arv eller miljø"	"Et eneste gen har skylden for at du blir full"  Er det på grunn av gener eller miljø?"
<b>Relativistisk</b>	En risiko faktor	Gener bidrar, øker sjansen, øker risiko, sannsynlighet, tendens, disponert, er involvert	"Noen av oss er genetisk disponert for å bli feite"
<b>Evolusjonistisk</b>	Enhet for seleksjon  En historisk markør  Noe som spiller sammen med miljøet	Selekteres, gjennom generasjoner, tilpasse seg, naturlig utvalg, forandre. Metafor: det egoistiske genet  Markør, menneskets utvikling, evolusjon, genetisk mangfold, genbank, utryddelse  Gener aktiveres, påvirkes, samhandler med andre gener, i kombinasjon med, i samspill, arv og miljø, miljøpåvirkning. Metafor: som en bryter som skruses av og på	"I vår søken etter en partner som ... reproducerer våre gener"  "Forskerne ser etter genetiske markører...de fungerer som et slags veiskilt og viser når og hvor vi har tatt en ny retning"  "Både arv og miljø påvirker oss"  "Mange sykdommer har vist seg å bestå av ikke bare feil i et gen, men i mange gener i et komplisert samspill"
<b>Symbolisk</b>	Et humoristisk symbol på at noe ligger til familien  En metafor på andre typer informasjon	"Det må ligge i genene"	"Gambler-genet våknet"  "Mazda har mange Ford-gener i seg"



## FUSK ELLER FAKTA?

# Forskning : Fusk eller fakta?

I skolens lærebøker framstilles ofte naturfagenes fakta, lover og teorier som om de er evige sannheter, og vitenskapen framstilles som objektiv og nøytral. Noen ganger hører vi om historiske blindspor og feiltakelser, men det er sjelden at vi hører om direkte bløff, juks og bedrag, men det skjer. Hovedpoenget er at forskning er en menneskelig aktivitet, og at den selvsagt preges av dette, på godt og vondt.

### Forskningssvindel

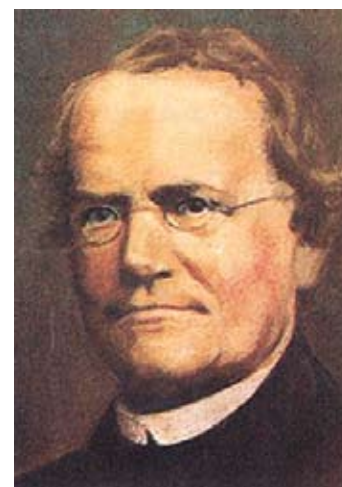
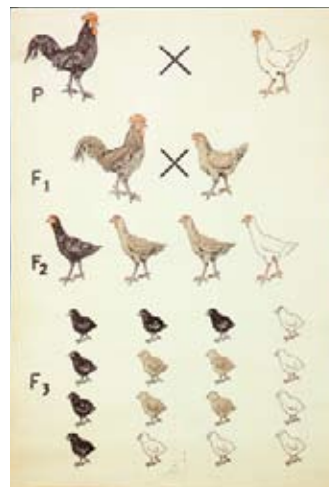
For noen år siden ble en norsk forsker, Jon Sudbø, tatt i juks. Det ble oppdaget at hans data i flere artikler ikke var ekte, men rett og slett oppdiktet. Han hadde benyttet data fra kreftregistre som ikke eksisterte. Han ble fradømt sin stilling, sin doktorgrad og sine rettigheter og han dro andre med seg i fallet; stipendiater som han var veileder for, hadde fått falske data og måtte skrinlegge sin forskning. En slik sak reiser spørsmål om personlig etikk og om hvordan medforfattere, tidsskrifter og forskersamfunnet som helhet har kunnet unngå å oppdage hva som hadde skjedd. Det dreier seg også om folks tillit til vitenskap og forskning, og for skolen om hvordan den skal forholde seg til vitenskap og forskning.

På den internasjonale arena er denne saken slett ikke enestående. Vitenskapshistorien har mange historier om svindel, juks og bedrag. Og det gjelder i alle fag og disipliner. Noe er alvorlig, annet er av mindre betydning.

### Fusk i forskning: noen grensetilfeller

Vitenskap og forskning er menneskers verk, og forskere er stort sett som alle andre mennesker, langt fra perfekte. I sitt daglige arbeid må de følge en rekke regler for god moral. De fleste av disse er regler som gjelder for all annen menneskelig atferd. For å si det banalt: Heller ikke forskere skal lyve, stjele eller jukse. Eller litt mer presist: Forskere skal ikke dikte opp eller forfalske data eller stjele andres data, funn og resultater som om de var egne. De skal heller ikke fikse eller trikse med data og analyser eller kaste eller neglisjere data som de ikke liker. Men, som vi vet, finnes det eksempler på forskere som lar være å fortelle at de

faktisk siterer andre, men presenterer både opplysninger og fortellinger som sine egne, ofte ordrett hentet fra andres arbeider. Det finnes grader av løgn, det finnes tvil om hva som er tyveri og man kan diskutere hva som er juks.



Munken Gregor Mendel (1822-1884) fant fram til de grunnleggende arvelovene. Her ser vi en av de mange plansjene som i 100 år ble brukt i skolens naturfag. Men tallene som Mendel publiserte, viser seg i ettertid å være "litt for gode"! Mendel var overbevist om at han hadde rett, og derfor gjorde sine data litt mer overbevisende! Juks?

## FUSK ELLER FAKTA?

Selv forskere som har gått over i historien som store helter, har til tider småtrikset med sine resultater for å få dem til å virke mer troverdige. Den store arvelighetsforskeren (og munken!) Gregor Mendel fant fram til de lovmessigheter som gjelder for arv. Dette så han i sitt enorme tallmateriale fra systematiske krysningsforsøk over flere tiår med ulike erteplanter. I 1866 publiserte han sine data og formulerte flere genetiske lovmessigheter. På Mendels tid var ikke statistikken så godt utviklet, og han følte vel derfor et behov for å gjøre sine funn en smule tydeligere. I dag er det ikke tvil om at han pyntet på sine data for å få dem til å virke mer overbevisende enn de var. Hans konklusjoner har imidlertid vist seg å være riktige, og "Mendels lover" er for lengst skolepensum i all verdens land. Munken Mendel var neppe noen stor løgner, men han var en dyktig tallfikser.

Et tilsvarende eksempel er fysikeren Robert Millikan. Han var den første som viste at elektrisiteten hadde en minste enhet, en elementærladning. På sett og vis "oppdaget" han altså elektronet. I 1910 publiserte han data som overbeviste forskerkolleger over hele verden, og i 1923 fikk han Nobelprisen for denne oppdagelsen. Forsøket, "Millikans oljedråpeforsøk", er blitt en "klassiker" som gjentas i fysikkundervisning ved nær sagt alle verdens universiteter.

Men hvis man studerer Millikans egen laboratoriejournal, ser vi at han har begått en lang rekke små og store feil. I marginen har han skrevet mer eller mindre begeistrede kommentarer til sine

egne målinger, som "This must be wrong!", "Disregard this one!" og endelig: "Yes, publish this!" Dette er nokså normalt i et laboratorium; forsøket var vanskelig, og mange ting skulle stemme. Millikan visste hva han lette etter, han hadde en hypotese, og han neglisjerte derfor en rekke data som ugyldige. Dette kom aldri på trykk, dit kom bare de rene og pene data, de som støttet hans teori.

Alle som har arbeidet med forskning vet at det er slik man ofte må arbeide, man er alltid ledet av en hypotese, og man velger ofte å ignorere eller forkaste data som viser noe annet. Men Millikan hadde altså rett, noe tusenvis av studenter hvert år kan bekrefte med utstyr som er langt bedre enn det Millikan selv laget for snart 100 år siden. Ingen vil finne på å kalle Millikan for en jukse-maker, men også denne saken viser at vi hele tiden snakker om grader av ærlighet og redelighet, ting er sjelden helt rene og uproblematisk, verken i forskning eller livet ellers.

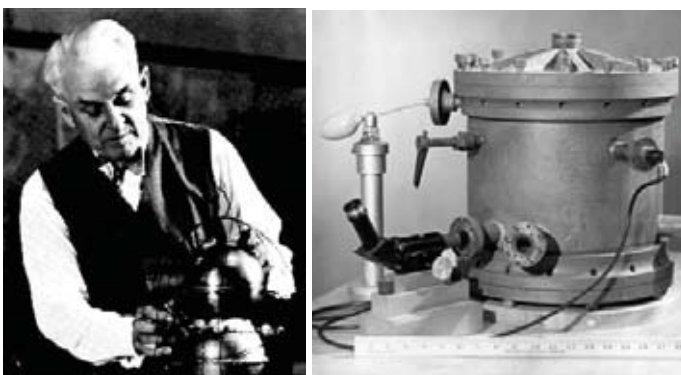
Det kan også være interessant at Gregor Mendel var munk og teolog, mens Robert Millikan skrev flere bøker om forholdet mellom vitenskap og religion. De var sikkert ikke mindre opptatt av etikk og moral enn folk flest.

### Hwang Woo-Suk

Rett før den norske forskeren ble avslørt, hadde en annen og langt større bedragerisak rystet den internasjonale forsker- og medie-verden: Det var den koreanske forskeren Hwang Woo-Suk som var blitt avslørt for langvarig og systematisk juks. Han hadde fått publisert artikler i verdens fremste tidsskrifter, som bl.a. *Science*, og han var blitt utpekt som "Man of the year" i 2004 av *Time Magazine*. Hans merittliste var lang, og han var den første som klonet et menneskelig embryo. Det toppet seg ved at han hevdet å ha klonet stamceller fra mennesker. Resultatene var publisert i verdens fremste tidsskrifter. I Korea var han folkehelt, han hadde nærmest ubegrensede forskningsressurser og et forskerteam på 125 medarbeidere. Før han ble avslørt var han regnet som en klar kandidat til Nobelprisen. Så sprekker det hele. Mye av hans forskning (men slett ikke alt!) viste seg å være bløff og juks.

### Forskningsprosessen: Hvordan kan slikt skje?

Etter slike avsløringer spør både forskningsmiljøene og folk flest med rette: Hvordan kan slikt skje? Hvordan kan de få akseptert slik svindel i vitenskapelige tidsskrifter? Hvordan kunne de klare å lure medarbeidere og medforfattere over så lang tid? Vi vet nå at det var mange som ante at noe var galt, men hvorfor var det ingen som slo alarm?



Robert Millikan (1868-1953) "oppdaget elektronet" og fikk Nobelprisen i fysikk i 1923. Hans "oljedråpeforsøk" er et av fysikkens mest kjente forsøk. Men labrapportene hans viste at han hadde sett bort fra resultater som ikke stemte med det han håpet å finne. Juks eller normal vitenskap?

## FUSK ELLER FAKTA?



**Avisene bringer nyheter om at fusk, fortelser og bløff i forskning. Ofte er det oppdragsgiverne som styrer publiseringen. Det er alltid en god idé å finne ut hvem det er som står bak forskningsrapporter som får mediedekning.**

Det finnes ingen enkle forklaringer på det som har skjedd, og det finnes ingen enkle svar på hvordan vi skal gå fram for å unngå slike affærer. Men slike konkrete saker kan, hvis de håndteres forsvarlig, brukes i skole og utdanning til å si noe om forskning og vitenskap i dagens samfunn.

De fleste som kjenner til vitenskap, både som forskere og som iakttakere, har hatt stor tillit til vitenskapens egne mekanismer til å håndtere saklighet, redelighet og etiske ansvar. Som kjent har alle skikkelige tidsskrifter i alle typer vitenskap en ordning der fagekspertene vurderer en artikkel før den blir akseptert. Dette kalles fagfelleevaluering eller "peer review". En slik vurdering skal være anonym for å sikre uavhengighet, noe som betyr at granskerne ikke vet hvem som har skrevet artikkelen, og at forfatteren ikke vet hvem som vurderer det som er skrevet. Ofte er det tre personer som uavhengig av hverandre går gjennom en artikkel før publisering. Ved uenighet bringes enda flere eksperter inn i vurderingen. Svært ofte blir en artikkel avvist, og nesten alltid går den gjennom flere runder med revisjon før den havner på trykk. Men både Sudbø- og Woo-Suk-saken viser altså at selv dette systemet ikke er vannrett.

### **Objektiv forskning: En forutsetning for demokratiet**

Vårt moderne, kompliserte og høyteknologiske samfunn bygger i stor grad på vitenskapelig fundert kunnskap. Nesten alle demokratiske, politiske og samfunnsmessige prioriteringer baserer seg på forskningsbasert informasjon. Det gjelder på nær sagt alle livets områder: Det gjelder for behandling og medisinerer innen helsevesenet, for bygging av veier, broer og tunneler, for forvaltning av vårt miljø og våre naturressurser, for energi-, miljø- og klimapolitikk, for eldreomsorg og for skole og utdanning. Kort

sagt: Alle viktige samfunnsmessige avgjørelser tas på grunnlag av forskning og det vi noe løserer kaller evalueringer og konsekvensutredninger.

Vårt samfunn kan ikke fungere uten at vi har tillit til den måten vi skaffer og bruker forskning og informasjon på. Et velfungerende demokrati er helt avhengig av ordninger som sikrer at denne forskningen er nøytral og objektiv og at den ikke styres av andre interesser enn respekten for å finne fram til en form for sannhet. Vi vet imidlertid at medisinsk forskning i stor grad blir prioritert, finansiert og til dels styrt av farmasøytisk industri. Det er heldigvis uhyre sjelden at vi opplever direkte juks, slik som i den nevnte kreftregister-saken. Men vi vet at resultater ofte ikke når fram til offentligheten hvis de strider mot oppdragsgiverens interesser. *Hva* man velger å forske på, er også ofte bestemt av de som sitter på pengesekken. Dette gjelder selvsagt ikke bare for medisinsk forskning.

Det er klart at det aldri kan være bare forskernes egne interesser som skal styre de enorme pengestrømmene. Det er imidlertid en fare for at sterk styring rammer kritisk og uavhengig forskning og forskning som ikke bare er ment å løse de dagsaktuelle problemer som stat og næringsliv mener er presserende. Forskere som leverer resultater som ikke er i oppdragsgivers interesse, kan lett falle i unåde, og de stiller svakere ved neste tildeling. Slikt fører til at forskningsmiljøer kan bli servile tjenere av de som sitter med penger, makt og innflytelse. Når vi leser om forskning i media, kan det være en god idé å finne ut hvem som har betalt forskningen!

### **Forskning under stress**

I våre dager er det et enormt press på forskerne om å publisere artikler og resultater. Den såkalte "kvalitetsreformen" i høyere utdanning har økt dette presset her i Norge. Forskerens framtid og institusjonens bevilgninger er avhengige av at de leverer sine produkter. Da teller man studiepoeng og artikler. I et slikt system kan fristelsen bli stor til både å la studentene stå til eksamen og til å velge noen kjappere løsninger i forskningen enn man ellers ville ha gjort. Ofte deler man også opp resultatene fra et prosjekt i mange små biter eller artikler. Slikt blir det både penger og prestisje av.

I dagens mediasamfunn er det en kamp om oppmerksomhet og berømmelse. Dette gjelder i idretten og for forskning og forskere. Sudbø sa selv at han var ute etter berømmelse og oppmerksomhet og at dette var grunnen til at han jukset. Slik sett likner dette på idrettens dopingskandaler. Der er alt for mange villige til å jukse



## FUSK ELLER FAKTA?

for å vinne sine seire, oppmerksomhet og berømmelse. Men det gjelder å ikke bli tatt for dette jukset, da kan fallhøyden være stor, både i forskning og i idrett. Det er et kappløp mellom idrettens jukse- og dopingjegerne. Ofte blir fuskerne innhentet av nye vitenskapelige metoder for å avsløre misbruk. Slik sett er det klare paralleller.

Dagens mediasamfunn har også ført til at vitenskapens normale rutiner er under forandring. Det normale i vitenskapen er at man etter en viktig oppdagelse må gjennom en lang og grundig prosess med fagfellevurdering. Nå ser vi imidlertid stadig oftere at forskerne går rett til media med sine nyheter. Men det hender også ofte at funnene slett ikke er så oppsiktsvekkende som journalistene tror, og det hender ofte at det er feil og mangler ved forskningen. Hele denne situasjonen bidrar til forvirring og til å sette vitenskap og forskning i diskreditt i offentligheten. Hva skal man tro? Hvem skal man tro på? Kan vi stole på forskerne?

### Hva kan skolen gjøre?

Skolen har som mandat å bidra til at elevene kan forholde seg selvstendig og kritisk til det samfunn de lever i. I dagens samfunn spiller forskning og vitenskap en stadig større rolle, og det er viktig at elevene får et nøkternt og realistisk bilde av hva forskning er, hvordan vitenskapen fungerer og at de selv blir i stand til å vurdere dens troverdighet, uavhengighet og objektivitet.

I skolens fag, kanskje spesielt i realfagene, formidles ofte et bilde av vitenskapens vesen som er urealistisk og foreldet. Den vitenskapelige kunnskapen framstilles som nokså uproblematisk, som om den er etablert gjennom metoder som er logiske, upersonlige og rent objektive. Lærebøkene framstiller vitenskapens "sluttprodukt", altså kunnskaper som for lengst er etablert gjennom forskning, debatt og testing. Man omtaler dette som "textbook science", i motsetning til dagens forskningsfront, "frontier science". Slik må det kanskje være; skolen har en viktig oppgave i å formidle kunnskap som er varig og stabil, og som neppe vil bli forandret i årene som kommer.

Men ved at man bare framstiller kunnskaper som er nokså evige og udiskuterbare, formidler man indirekte et feilaktig bilde av vitenskapens karakter og natur. Elevene får ikke tak i at vitenskap er menneskers verk, og at det også der begås feilslutninger og mistak. I det internasjonale samfunnet av forskere blir nye ideer, resultater og forklaringer heftig debattert. Svært mange nye tanker viser seg å være feilaktige, og det internasjonale forskersamfunnet jobber seg videre fram mot stadig mer robust kunnskap. Noen hypoteser viser seg å være ufruktbare, andre viser seg å være fruktbare. Begge deler bidrar til at kunnskapen

utvikler seg. I denne høyst sosiale og menneskelige prosessen hender det at noen jukser og bløffer, men det er svært sjelden. Og det blir stort sett oppdaget nokså raskt. Det finnes i dagens vitenskap mangfoldige ordninger som skal hindre uheldighet og juks. Men, som i idretten; det vil alltid være noen som higer etter berømmelse og ikke har en moralsk standard som hindrer dem i å jukse. Tradisjonelt foregikk disse kritiske diskusjonene i faglige institusjoner, på konferanser og i tidsskrifter, men nå foregår de stadig oftere i media og i full offentlighet.

Elever som gjennom skolen har fått en forestilling om at vitenskapelig kunnskap framkommer med logiske, upersonlige og utelukkende objektive prosesser, kan lett bli forvirret når de opplever at forskere er uenige med hverandre. De har ikke forstått at nettopp uenighet og debatt er forskningens sanne vesen, i alle fall inntil man har kommet fram til en slags enighet og tvil og etter at usikkerhet er ryddet av veien. Enda mer forvirret kan de bli når de hører om juks og bedrag i forskningen.

Det finnes to ytterpunkter i folks syn på vitenskap, og kanskje spesielt naturvitenskap, og begge er like problematiske.

På den ene siden har vi de som tror at vitenskap er en objektiv, upersonlig, kulturfri avdekking av sannheten, og at forskerne følger en bestemt vitenskapelig metode som alltid garanterer at de kommer fram til sannheten. Man ledes til å tro at data og forsøk alltid "taler for seg selv", nærmest uten at det er mennesker som diskuterer og argumenterer om hvordan data skal fortolkes. Litt sjablonmessig kan man omtale dette som naiv positivisme. Skolens lærebøker i naturfagene kan dessverre ofte bidra til å sementere et slikt syn.

På den annen side har man de som mener at all vitenskap er subjektiv, og at den bare er et produkt av makt- og samfunnsforhold. De avviser at det finnes objektiv og universelt gyldig kunnskap, og de vil også avvise ord som *sannhet*. I en postmoderne kultur som vår, er slike ideer ofte populære. Et slikt syn på kunnskap er tilsynelatende "demokratisk" og antiautoritært; ethvert syn har krav på respekt, ingen må tro at de forvalter "sannheten".

Som sagt; begge disse posisjonene er like ufruktbare, men begge syn har også et snev av sannhet. Vi trenger ikke å stole blindt på den enkelte forsker, men det er viktig å ha respekt for forskning som sosial institusjon og de kunnskaper som kommer ut av dens prosesser. Forskeren kan nok være subjektiv, av og til også uten moral, men forskningens mål er å komme fram til objektiv og robust kunnskap.

# FRØPLANTERS ÅRSSYKLUS

## FRØET



Dette er den første artikkelen i en serie artikler om frøplanters årssyklus. Vi vil komme innom emner som vekst, fotosyntese, blomstring, formering og spredning i senere numre av Naturfag. Vi håper artiklene kan være nyttige for å friske opp gammel kunnskap, og kanskje lære noe nytt?

## Frøet

Det er ikke alltid like greit å være plante. De fleste er festet til jorda bokstavelig talt. Når sola står lavt på himmelen, dagene er korte og snøen ligger tykk over bakken, er betingelsene mer enn dårlige. Mange planter dør når vinteren kommer, og for dem er det avgjørende å ha et stadium i livssyklusen som sørger for overlevelse – frøet. Også planter som ikke dør om vinteren, setter frø.

### Hva er et frø?

Frø blir dannet etter befruktning i blomsten til planta. Et frø består av frøskall, et plantefoster og opplagsnæring. Frøskallet har en beskyttende oppgave. Plantefosteret, som også kalles kimen, består av kimrot, kimknopp og kimblad. Etter at frøet er ferdig modnet ligger kimplanten tilnærmet i hvile inntil forholdene igjen blir gunstige. Frøet inneholder frøhvite, som er opplagsnæring for kimplanten når den skal komme seg fra mørket i jorda og opp i lyset ved spiring. Opplagsnæringen kan også være næringsrike kimblad, som hos erteblomstene. Det er svært stor variasjon i frøenes størrelse, fasong og krav til spiringsforhold.

### Spredning av frøet

Spredningsenheten til plantene kalles en diaspor. En diaspor har til hensikt å spre plantens genmateriale, enten i form av frø, frukt, ynglekopper eller også noen ganger hele planten. Hos noen arter, som for eksempel blåkløkker og fioler, utgjør selve frøet alene diasporen. Hos arter med frukttyper, som nøtt, steinfrukt eller bær, vil frøet sammen med andre deler av planta danne en frukt som til sammen utgjør diasporen.



### Menneskenes bruk av opplagsnæring i frøet

Ordtaket ”å skille klinten fra hveten” stammer fra høsting av hvetekorn. Klinten var et ugrasfrø som inneholder giftstoffer og måtte sorteres bort fra hvetekornene. Fra dette har vi utviklet den moderne betydningen av ordtaket: å skille det viktige fra det uviktige. Mais, hvete og ris er de viktigste kornslagene som brukes til næring; direkte som mat til mennesker, og indirekte som fôr til husdyr. Opplagsnæringen i frøet består av proteiner, fett og karbohydrater. Mengdeforholdet mellom næringsstoffene varierer fra art til art. Kornartene våre (hvete, havre, bygg og rug) inneholder mye karbohydrater i form av stivelse. Vi bruker dem til å lage forskjellige typer mel.

Andre planter, som raps og solsikke, har frø som inneholder mye olje. I tillegg til å være en viktig næringskilde blir slike arter nå brukt til å lage biodrivstoff. Plantene lager og lagrer både mett, umettet og flerumettet fett.

# FRØPLANTERS ÅRSSYKLUS FRØET

Erteplanter, med sine erter og bønner, inneholder proteiner som gir viktige aminosyrer for vegetarianere som andre får i seg ved å spise ulike typer kjøtt. I frøet hos erteblomstfamilien er opplagsnæringen ikke i frøhvitene, men i frøbladene. Familien har mange nytteplanter med svært høyt næringsinnhold, for eksempel jordnøtt (peanøtt) og soya.

Nytteplantene våre har en vill opprinnelse, men har blitt kultivert i landbruket siden dets opprinnelse i Mesopotamia for ca 10.000 år siden. Ved lang tids utvalg av planter som gir god avkastning, gir derfor dagens nytteplanter betydelig mer næring per enhet enn tidligere.

Ved bruk av genteknologi kan man endre egenskaper som for eksempel næringsinnhold i frøene til nytteplantene våre. I Norge er det klare regler for slik bruk av genteknologi.

Frø fra hvete, bygg og rug inneholder gluten som er en blanding av to proteiner. Gluten gjør deigen seig, slik at CO<sub>2</sub> fra gjærsoppen blir i deigen og hever den.

## Frøspiring = brudd på frøhvilen

Frø frøet spirer, er det i en frøhvile. Frøhvilen er forskjellig for ulike frø. Noen er klare til å spire straks etter frømodningen, for eksempel erter, bønner, mais, karse og kål. Andre må ha en periode med bestemte betingelser før frøet kan spire. At et frø spirer betyr at plantefosteret vokser og bryter gjennom frøskallet. Generelt trenger et frø luft, vann og temperatur over 5-6 grader for å spire. Settes frøene dypt i jorda, vil de ofte ikke spire, fordi de får for lite luft. Frø har ulike typer spireblokkeringer som gjør at de opprettholder frøhvilen. Spireblokkeringene er gjerne i frøskallet og kan hindre opptak av vann og oksygen, og enkelte har hindre som må tæres bort av syre og mikroorganismer før frøet spirer. Det er grunnen til at mange frø, fra for eksempel bær, må gjennom et tarmsystem før de kan spire. En annen spesiell tilpasning finner vi hos bråtestorkenebb som har frø som først kan spire etter at det har opplevd temperaturer på 40 – 50 °C. Arten er sjelden, men kan dukke opp i områder etter en skogbrann.

Andre arter er mer kravstore, for eksempel må frø fra bjørk ha en spesiell mengde lys for å spire, mens blomkarse ikke spirer i lys. Eføy og linnea trenger en viss mengde mørke. Mange andre av våre planter må ha en kuldeperiode. Tilpasning til ulike habitater har gjennom evolusjon ved naturlig utvalg gitt stor variasjon. Kulde i frøhvilen behøver ikke å være minusgrader, temperaturer mellom 0 og 4 °C går også. Slike perioder får frøet naturlig i naturen, men vi kan også gi denne behandlingen i kjøleskapet eller fryseren.



Bønner og erter bør ligge i bløt for utsåing.

Kjølebehandlingen må skje på et svellet frø dersom det skal være starten på en spiring. Liljekonvall er en art hvor frøet krever to kuldeperioder for å danne en frøplante. Frø kan være spiredyktige etter lang tid i jorda. For eksempel har arktisk lupin beholdt spireevnen etter 10 000 år i permafrosten i arktisk tundra. At frø kan holde seg i hvile over lang tid ved konstant lav temperatur og tørre omgivelser, utnyttes i Svalbard Globale frøhvelv. Hvelvet lagrer frø fra nyttevekster i permafrosten 130 meter inne i fjellet.

Spiringen starter med at frøet tar inn vann fra omgivelsene, derfor er tørre omgivelser viktig for å lagre frø. Svellingen fører til økt volum og plantefosteret blir igjen aktivt. Kimrota forlenges, trenger gjennom det oppbløtte frøskallet og strekker seg ned i jorda. Tilsvarende strekker stengelen seg og presser kimbladene oppover. Mot overflaten sprenges frøskallet og kastes av. Frøbladene kommer opp i lyset. Så langt i utviklingen kaller vi denne planten en frøplante, fordi all næringen har kommet fra opplagsnæringen og vannet den har tatt opp. Men i lyset blir frøbladene grønne og starter med en fantastisk, og for alt livet på jorda livsnødvendig prosess, nemlig fotosyntese. Og med fotosyntese, vann og karbondioksid blir frøplanten en plante som selv kan produsere energirike forbindelser!



# FRØPLANTER SPIRINGSEVNVEN

## Aktuelle kompetansemål i læreplanen Etter 7. årstrinn

### Mangfold i naturen

- undersøke og beskrive faktorer som påvirker frøspiring og vekst hos planter

## Faktorer som påvirker spiringsevnen til frø

Det er mange faktorer som kan påvirke spiringsevnen til et frø, som for eksempel lys, fuktighet, temperatur, frøtype, tetthet av frø, alderen på frø. La elevene diskutere hvilke faktorer de tror kan påvirke spiringsevnen til frø. Dersom vi varierer flere faktorer i ett og samme forsøk, kan vi ikke vite hva ulik spiring skyldes. Et godt forsøk undersøker en faktor om gangen. Alle de andre faktorene holdes konstante i forsøket og kalles kontrollerte variabler. Den faktoren vi varierer i forsøket, kalles uavhengig variabel. Det vi måler i forsøket kalles avhengig variabel. I dette forsøket undersøker vi temperaturens innvirkning på spiringsevnen. Med bakgrunn i dette forsøket kan elevene planlegge sine egne forsøk med andre faktorer.

### Temperatur og frøspiring

**Uavhengig variabel:** Temperatur

**Avhengig variabel:** Spiringsprosent

**Kontrollerte variabler:**

- Lys: Alle er pakket inn i aluminiumsfolie, de får ikke lys
- Fuktighet: Alle skålene blir tilsatt 10 mL vann
- Alle skålene er like store, og har tre filterpapir i bunnen
- Vi velger frø tilfeldig fra samme frøpose
- Antallet frø er det samme i hver skål, 25 stk

### Fremgangsmåte

- Klipp til og legg tre filterpapir i en petriskål med diameter på ni centimeter.
- Tilsett 10 mL vann i hver petriskål.
- Fordel 25 karsefrø i hver petriskål. Sett på lokket.
- Pakk petriskålene inn i aluminiumsfolie.
- Plasser skålene i ulike temperaturer, for eksempel kjøleskap, romtemperatur, vinduskarmen, i nærheten av en varmeovn. Mål temperaturen på hvert sted.
- Tell hvor mange frø som har spirt etter 1, 2 og 3 dager. Lag en tabell.
- Regn ut spiringsprosenten til frøtypen ved ulike forhold. Spiringsprosenten finner du ved å dele antall spirte frø med antallet utsådde frø og gange med 100 %.
- Sammenlign "din" spiringsprosent med den som står på frøpakka. Forklar eventuelt forskjellen i spiringsprosent.

### Materialer og utstyr

- Frø (karse)
- Petriskåler
- Filterpapir
- Aluminiumsfolie



### Kommentarer

Det er nyttig trening for elevene å få variablene som "knagger" når de skal planlegge forsøk. Da ser de sammenhengen mellom uavhengig og avhengig variabel og kan gjøre nyttige refleksjoner når de lager en liste over kontrollertevariabler i planleggingsfasen.



Dette undervisningsopplegget er en del av Forskerdiplom (se [naturfag.no/forskerdiplom](http://naturfag.no/forskerdiplom)). Her finner dere noen smakebiter på aktiviteter og bakgrunnsstoff. Undervisningsopplegget kan brukes på mange trinn i grunnskolen og videregående skole.

## Der mygg svømmer og døgnfluer lever lenge

Har dere ligget på magen og kikket ned i en elv eller en innsjø? På bunnen lever et mangfold av dyr som er oversett av de fleste. Studerer vi disse bunndyrene nærmere, forstår vi at de har ganske stor betydning for oss selv om de er små, og de kan mye rart.

Vannkalven er avhengig av å puste i luft. Den stikker bakkroppen opp over vannskorpa. Når den svømmer ned igjen, har den med seg en luftboble. Når bobla tømmes for oksygen, må den opp og puste igjen. Vi kan jo undre oss på hvordan den får bobla til å henge fast.

### Aktuelle kompetansemål i læreplanen

#### Etter 4. årstrinn

##### *Forskerspiren*

- bruke naturfaglige begreper til å beskrive og presentere egne observasjoner på ulike måter

##### *Mangfold i naturen*

- fortelle om dyr og samtale om hva god dyrevelferd er

#### Etter 7. årstrinn

##### *Mangfold i naturen*

- planlegge og gjennomføre undersøkelser i noen naturområder i samarbeid med andre
- beskrive kjennetegn til et utvalg av plante-, sopp- og dyrearter og fortelle hvordan disse er ordnet systematisk

#### Etter 10. årstrinn

##### *Mangfold i naturen*

- gjøre greie for hvilke biotiske og abiotiske faktorer som inngår i et økosystem og forklare sammenhengen mellom faktorene

#### Etter Vg1

##### *Bærekraftig utvikling*

- undersøke et økosystem og vurdere hvor det er i suksjonsprosessen



Foto: Nina Jonsson



# FERSKVANN LEVEVILKÅR

## Hvordan lever dyrene under vann?

Her er et par grubleoppgaver som kan brukes før dere drar ut og observerer dyr i ferskvann.

### Grubling 1: Pusting



Alle dyr trenger oksygen. Du er også et dyr. Tenk deg at du skal bo under vann en uke. Hva trenger du for å kunne puste under vann? Hva slags utstyr kan du ta med, eller hvordan ville du ha endret kroppen din for å klare det? Bruk fantasien og kom med mange forslag. Tegn og forklar den beste ideen din. Diskuter de ulike forslagene i plenum.

Tenk på alle dyrene som lever i vann. Hvordan puster de? Skriv ned så mange måter dere kommer på.

### Grubling 2: Unngå å bli spist



Farene under vann er mange. Det er ikke bare deg som er sulten. Hvordan vil du unngå å bli spist av andre? Hvordan vil du utstyre deg, forandre kroppen din eller oppføre deg? Bruk fantasien

og kom med mange forslag. Tegn og forklar den beste ideen din. Diskuter de ulike forslagene i plenum.

Tenk på alle dyrene som lever i vann. Hvordan tror du de unngår å bli spist? Skriv ned de forslagene dere kan komme på.

### Faglig forklaring

- Dyra i vann har ulike strategier som gjør at de får nok oksygen:
- Noen får oksygen fra luft gjennom et sugerør: mygglarver, vannkalvarver og vannskorpion.
  - Noen dyr tar med seg lufta ned ved hjelp av fine hår: vannkalv, rygg- og buksvømmer.
  - Gjelleutvekster: øyenstikker og døgnflue
  - Hud kan fungere som gjelle: steinfluer
  - Blodfargestoff (hemoglobin) som binder oksygen effektivt: fjærmygg

Dyrene i vann har ulike strategier som beskytter dem mot å bli spist:

- Gode til å svømme: døgnflue
- Kamouflasje: rygg- og buksvømmer
- Graver seg ned: muslinger
- Bygger hus: vårfluer og fjærmygg

### Kommentarer/praktiske tips

Til grubling 1: Trenger elevene noen tips til hvordan de kan puste under vann? Tips dem om utstyr som sugerør, ballong, bøtte og hageslange. Hvordan kan de bruke dette utstyret og hva blir begrensingen? Her er det også lov å tenke seg at dere kan ha gjeller eller endre kroppen på andre måter.

Til grubling 2: Diskuter hvor lurt det er å satse på flere strategier samtidig. Er du liten og usynlig, er det ikke så lett å skremme fienden. Satser du på å rømme, kan du ikke ha mange utvekster som tjener som kamouflasje.

Vær bevisst på at dyrene ikke selv velger sine strategier. Disse er et resultat av evolusjon.



## På bunndyrjakt

**Denne aktiviteten beskriver hvordan dere kan bruke en stangsil til å fange og studere dyr i vann.**

Fyll isboksen ca 2/3 full med vann.

### Fang dyr i en elv

Hold sila støtt mot bunnen med åpningen mot strømretningen. Rot med beina i bunnen foran silåpningen slik at steiner og grus løsner. Da mister noen av dyra som oppholder seg fotfeste og seiler med strømmen inn i sila. Når det er kommet litt sand og grus i sila, kan dere skylle den i boksen slik at innholdet havner der. Først da er det lett å oppdage dyrene som følger med.

### Fang dyr i stillestående vann

Beveg sila fram og tilbake tett over bunnen før dere skyller sila i boksen. Det er flest dyr i vegetasjonen.

### Overfør prøvene til en boks eller et kar

Ikke ha for mye i sila når dere tømmer den i boksen. Da ser dere ingen dyr. Dersom boksen får stå i ro på bakken, begynner dyrene å bevege seg. Da er det lettere å oppdage dem. Ofte gjemmer dyrene seg under blader og steiner. Overfør dyrene til mindre glass. Her kan testil og pinsett være til hjelp. Samle dyr som ser likens ut i samme glass.

### Materialer og utstyr

- stangsil
- plastboks for å oppbevare dyr, for eksempel 2 liters isboks eller større kar
- flere glass

### Utstyr som ikke er nødvendig, men kan være nyttige:

- liten tesil av metall
- bladpinsett
- lupe eller lupeboks
- lange, tette støvler

### Kommentarer/praktiske tips

Har dere ikke fanget dyr på 3-4 forsøk, finn et sted der bunnen er annerledes og prøv igjen. Husk at karet med dyr ikke må stå i sola! Jo varmere vannet blir, desto mer oksygen trenger dyrene og desto mindre oksygen finnes i vannet.

En vanlig feil er å samle så mye bunnmateriale i boksen at dere ikke får øye på dyrene. Ikke samle mer bunnmateriale enn på bildet under.



Bunnmateriale. Foto: Nina Jonsson



# FERSKVANN OBSERVASJON

## Observer dyrene

Observer dyrene dere har fanget. Velg et av dyrene og fyll ut et observasjonsskjema. Studer gjerne flere dyr hvis dere får tid.

### Materialer og utstyr

- observasjonsskjema
- tegnesaker
- bunndyratlas



Libelle - voksen. Foto: Nina Jonsson





# FERSKVANN OBSERVASJON

## Observasjonsskjema

Utseende	Andre egenskaper
Tegn en skisse av dyret i naturlig størrelse med typiske kjennetegn.	Kan dyret noe som dere synes er morsomt?
Hvor mange ben har dyret?	Hvordan beveger dyret seg?
Hvordan ser kroppens overside og underside ut? Kan dere se vingeanlegg?	Hvordan tror dere dyret puster? Hva ser dere som gjør at dere tror det?
Har dyret hode? Hvordan ser det ut?	Har dere sett noe som kan fortelle hvor dyret bor? Graver det seg ned på bunnen? Bor det under en stein? På planter? Eller svømmer det hele tiden? Forklar.
Hvordan ser munnen ut?	Hva tror dere dyret spiser? Hvorfor tror dere det?
Har dyret øyne? Hvordan ser de ut?	Tror dere dette dyret lever under vann hele livet? Hvorfor tror dere det?
Hva heter dyret?	Hva mer kan dere finne ut om dyret?

# FERSKVANN BUNNDYRATLAS

Til undervisningsopplegget har vi laget et bunndyratlas.  
Atlaset finnes i sin helhet på [naturfag.no](http://naturfag.no). Atlaset er en god hjelp i felt.

## Bunndyratlas



### Døgnflue: nymfe



**Hvor:** i stillestående og rennende vann

**Kjennetegn:**

- de svømmer raskt når de blir forstyrret
- gjeller langs bakkroppen som er i konstant bevegelse
- tre lange, tynne haletråder (kan være brukket)

### Døgnflue: voksen



**Hvor:** hengende under blader, hvilende på husveggen, eller i store svermer som duver opp og ned over enga.

**Kjennetegn:**

- insektet holder vingene rett ut fra kroppen
- to eller tre haletråder

### Steinflue: nymfe



**Hvor:** i rene bekker, i næringsfattig, stillestående vann

**Kjennetegn:**

- rektangulære, flate dyr som klamrer seg til underlaget
- når dyret blir forstyrret, vrir det seg, men har ikke samme framdrift som døgnfluene
- sett ovenfra ser den ut som et rektangel med to antenner foran og to haletråder bak

### Steinflue: voksen



**Hvor:** alltid nær vann

**Kjennetegn:**

- den går på bakken eller flyr særdeles vinglete
- vingene ligger flatt over ryggen
- antennene kan være like lange som kroppen, mens haletrådene sjelden er så lange at de stikker ut bak vingene

### Øyestikker - Libelle: nymfe



**Hvor:** i stillestående vann og myrtjern

**Kjennetegn:**

- den spesialiserte underleppen som du ser tettest fra siden
- analåpningen er omgitt av fem "torner".
- Libellenymfen kan "skyte" seg fremover ved å klemme vannet raskt ut av bakkroppen når de blir forstyrret

### Øyestikker - Libelle: voksen



**Hvor:** god flyger som vokter "sin" strandsone

**Kjennetegn:**

- bakvinger som er bredere enn forvingene
- bakvingene smalner brått ved basis
- vingene står rett ut fra kroppen når de sitter

## Døgnfluer



Døgnfluenumfe. Foto: Nina Jonsson

Det vitenskapelige navnet på døgnfluer er Ephemeroidea. Navnet har gresk opprinnelse og betyr dag eller døgn. Hannene lever ofte bare noen timer, men navnet er likevel misvisende. Hunnene lever 1-2 uker, og før det har nymfene levd 2-3 år under vann. Den bergenske popgruppa Ephemera syntes nok det var et vakkert ord da de valgte seg dette navnet. De kjente kanskje ikke til betydningen av ordet?

### Hvordan gjenkjennes de?

Nymfene er lettest å gjenkjenne på måten de svømmer. Du ser dem vanligvis stående helt stille på bunnen av boksen du har dem i, eller de klynger seg fast under et visst blad eller et strå. Pirker du forsiktig borti dem, piler de buktende av gårde. Bare en ekspert klarer å fange dem med insektspinetten da. Dersom dyret i tillegg har gjeller langs bakkroppen og tre lange haletråder bak, har du nok fanget en døgnfluenumfe. Mangler dyret ditt haletråder, kan det ha mistet dem under innsamlingen. Trådene er tynne og brekker lett. Kanskje du oppdager noen trådstubber som sitter igjen?

Til undervisningsopplegget er det laget mange fagtekster om noen av dyrene vi finner i ferskvann (se [naturfag.no/forsker-diplom](http://naturfag.no/forsker-diplom)). Her er en av artiklene.

Voksne døgnfluer er elegante og lett gjenkjennelige med buet kropp og vinger som peker rett ut. De kan ikke legge vingene ned langs kroppen. Hos noen arter er det bakerste vingeparet små eller mangler helt. Selv om døgnfluene sjelden er større enn 3 cm, kan du gjenkjenne hannene på de store øynene som stikker ut fra hodet. Med disse øynene oppdager hannene lett små bevegelser i omgivelsene slik at de kan kapre hunner som flyr forbi. Kanskje ikke så rart at de må ha godt syn når de har så kort tid på seg til å finne en hunn å parre seg med?

### Bevegelse

De fleste døgnfluenumfene er gode svømmere, men det finnes også arter som kryper langs bunnen eller graver seg ned. De voksne døgnfluene kan ha store vinger, men de er ikke gode flyvere.

### Livssyklus

På døgnfluenumfenes rygg kan du se vingeanlegg. Det viser oss at døgnfluer har ufullstendig forvandling. Når nymfene er 0,5 cm – 3 cm lange (avhengig av arten), kryper de mot land og opp på en stein eller et strå og tørker. Etter hvert sprekker huden på ryggen opp og ut kommer dyret med vinger. Hos mange arter er vingene på dette tidspunkt mørke. Døgnflua kommer til å skifte hud enda en gang i løpet av de neste to døgn. Da blir vingene glassklare. Siden de voksne individene lever så kort liv, er det viktig at individene i samme arten modnes nesten samtidig. Det hadde vært kjedelig å klekke i mai dersom den du kan parre deg med, klekker i august! Eggene legges i vann. Noen få arter klekker etter et par uker, andre trenger måneder på å klekke.

### Mat

Døgnfluenumfene spiser stort sett døde planterester og alger som de skraper av steiner og planter. Noen få er rovdyr. De voksne døgnfluene spiser ikke! Siden de lever så kort er det viktigere å få paret seg og legge egg enn å gå på jakt etter mat.



# Aktiviteter som stimulerer diskusjon og argumentasjon - inspirasjon fra ASE konferansen

**ASE (Assosiation for Science Education) arrangerte i januar en stor realfagskonferanse i Reading nær London. Mange av innleggene på ASE-konferansen tok for seg samtalen i klasserommet omkring naturfaglige emner. I workshop med Bridget Holligan fra Science Oxford fikk vi gode ideer til aktiviteter i arbeidet med forskerspiren og grunnleggende ferdigheter.**

Det som i engelske skoler kalles "Talking science" er interessant for oss som skal arbeide i norsk skole med forskerspiren og grunnleggende ferdigheter i naturfag. Under hovedområdet Forskerspiren er kommunikasjon i faget sentralt: "Prosessene omfatter hypotesedanning, eksperimentering, systematiske observasjoner, åpenhet, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling." I dette nummeret av naturfag får du en smakebit på hva arbeid med grunnleggende ferdigheter i naturfag kan innebære gjennom to aktiviteter som ble presentert Bridget Holligan fra Science Oxford, som driver både et vitensenter og et skoleprogram. Bridget Holligan har i løpet av de siste åtte årene brukt aktivitetene i forbindelse med spesielle satsninger på vitensenteret og med elevgrupper fra skoler i nærmiljøet rundt vitensenteret.

Aktiviteten *Nyhetsdyret* fokuserer særlig på lesing, mens aktiviteten *Diskusjon langs en linje* handler om muntlig ferdighet med argumentasjon og diskusjon.

Vi beskriver aktivitetene her med tanke på en klasse på ungdomstrinnet, men de kan også lett tilpasses nedover eller oppover i klassetrinn. Aktivitetene har vært vellykket for elever i de skolene som har prøvet dem i England. Vil det virke på samme måte i norske klasserom? Det hadde vært spennende å få tilbakemeldinger fra norske lærere også!

PISA-undersøkelsen 2006 rapporterte om at det er mer diskusjon i norske klasserom enn det er i de fleste av de andre landene i undersøkelsen. Det er imidlertid ikke nødvendigvis faglige eller naturfaglige diskusjoner. Rapporten påpeker også at det er kvaliteten på samtalen mer enn mengden som er viktig. Kanskje kan slike aktiviteter som dette og liknende systematisk arbeide med klasseromssamtalen bidra til bedre kvalitet.

### Om ASE-konferansen

Den årlige ASE konferansen (Association for Science Education) samler mer enn 3.000 deltagere. Konferansen er en viktig begivenhet hvor folk som arbeider i naturfagfeltet fra hele verden kan samles, dele kunnskap og erfaring og få nye kontakter.

Å reise til ASE er en overveldende opplevelse, med flere hundre foredrag, kurs og workshops. Enhver lærer med interesse for naturfag vil ha stor glede av å delta! I 2010 vil konferansen være i Nottingham, fra torsdag 7. januar til lørdag 9. januar.

Association for Science Education (ASE) er en organisasjon som skal fremme arbeidet for å bedre utdanning i naturfagene i Storbritannia. ASE gir også ut tidsskrifter og bøker.



## Nyhetsdyret

Læreren (eller elever) lager et "nyhetsdyr" av avisepapir eller papp med 6 bein, som brettes slik at det står på et bord. Aktiviteten starter med utdeling av en avisartikkel som rapporterer om forskning. Elevene blir deretter introdusert til 6 nøkkelspørsmål. Nøkkelspørsmålene skal hjelpe elevene med å analysere troverdigheten til artikkelen.



Her er "Nyhetsdyret" laget av en avisside.

### 1. Gir artikkelen en god beskrivelse av forskningsdesignet?

Hva ble undersøkt? Hvor mange eksemplarer (objekter eller hendelser) var med i undersøkelsen? Hva besto eksperimentet/undersøkelsen i? Hvor lang tid tok eksperimentet/undersøkelsen?

### 2. Er beskrivelsen av funn og konklusjoner god?

Hva slags informasjon (data) ble samlet inn? Hva ble konklusjonene? Støttes konklusjonene av begrunnelser og bevis? Hvor sannsynlig er det at konklusjonene er riktige? Foreslås det noen forklaring av effekter?

### 3. Får vi vite hvem som gjennomførte studien, hvor den ble gjennomført og hvordan resultatene ble offentliggjort?

Hvem gjennomførte forskningen? Hvor gjorde de det? Hvem finansierte forskningen? Kan forskerne eller de som betaler for forskningen ha en fordel av forskningsresultatene eller måten de framstilles på? Hvor rapporterte forskerne resultatene av sin forskning?

### 4. Er det oppgitt hva andre forskere mener?

Refereres det til annen forskning? Støttes dette av andre forskere? Hva sier andre aviser eller kilder om denne forskningen eller emnet?

### 5. Hvem skrev artikkelen? Og i hvilken avis /medium finnes den?

Hvem skrev denne avisartikkelen? Hvor står den? Kan avisen ha en fordel eller noen interesse av at innholdet framstilles på en slik måte? Er artikkelen del av en serie eller kampanje som avisen driver?

Nyhetsdyret skal representere den artikkelen klassen analyserer, og hvert av de 6 beina skal representere et nøkkelspørsmål som er en del av analysen. Hvis den aktuelle artikkelen ikke holder mål i forhold til et av nøkkelspørsmålene, "mister" dyret et av beina sine. Svært få artikler vil faktisk kunne besvare alle spørsmålene. Antallet spørsmål som lar seg besvare, gir en indikasjon på kvaliteten på artikkelen. Hvor mange bein dyret får beholde etter kritisk lesning, synliggjør om artikkelen gir inn-sikt i den forskningen som er gjort, om artikkelen gir grunnlag for å si noe om kvaliteten på forskningen og relevansen av den.

Aktiviteten *Nyhetsdyret* kan gjøres i forkant eller etterkant av en praktisk eller utforskende aktivitet i klasserommet eller ute i felt. Den kan også være en forberedelse til å presentere et forskerspirearbeid for klassen.

Gjennom arbeid med nyhetsoppslag eller populærvitenskapelig stoff, for eksempel fra Internett, skal elevene lære å *trekke naturfaglig informasjon ut av enkle naturfaglige tekster*. Dette er ett av kompetansemålene i Forskerspiren på 7. trinn- og en kompetanse elevene skal dra med seg videre i utdanningsløpet.



# NATURFAG OG DISKUSJON NYHETSDYRET



For å få dyret til å stå på bordet har vi dobbelt lag avispapir og vi har forsterket med papp på innsiden av beina.

## 6. Hva er viktig i denne forskningen?

Hva vil denne forskningen kunne bety eller medføre? Hvor viktig er dette for meg? Hvor viktig er dette for andre i mitt nærmiljø eller for de jeg kjenner? Hvordan påvirker artikkelen vår forståelse av hva forskning er?

## Kommentar

Klassen kan arbeide i små grupper med kritisk lesing mens de besvarer spørsmålene. Første gang klassen gjør aktiviteten kan det være greit å gi hver gruppe bare et par spørsmål å arbeide med. Hele klassen kan arbeide med den samme artikkelen. Gruppen leser og diskuterer for å finne nøkkelinformasjonen i teksten. Det gruppene kommer fram til, kan presenteres på postere i klasserommet eller som en klassesamtale med oppsummering på tavla, for eksempel under 6 kolonner (en for hvert spørsmål). I begge tilfeller kan en avsluttende oppsummering i klassen bestå av å knytte undersøkelsen av medieoppslaget til forskerspireaktiviteten elevene har gjennomført. Gjør elevene aktiviteten flere ganger, kan gruppene besvare flere spørsmål, og de kan få ulike artikler som kan sammenliknes.

## Eksempel på bruk av Nyhetsdyret

Som et eksempel går jeg nærmere inn på hvordan en artikkel fra forskning.no<sup>1</sup> kan undersøkes ved hjelp av de to første nøkkelspørsmålene. Dette er ikke "riktige svar" på spørsmålene fra min side, men kan illustrere hva som kan komme opp i arbeidet med nøkkelspørsmålene i en konkret artikkel. Videre utforskning og utprøving av metoden overlates til leserne av Naturfag.

### 1. Nøkkelspørsmål om forskningsdesign (se s. 53)

- Forskere gransket 50 millioner år gamle fossiler som stammer fra kalksteinsbrudd i Nord-Italia og Frankrike. To fossile flyndrearter er undersøkt, *Amphisium* og *Heteronectes*. Dette er to fiskearter der det ene øyet er litt forskjøvet, men uten at det hadde krysset hodets midtlinje.
- Hvor mange eksemplarer som ble undersøkt er ikke oppgitt.
- Artikkelen forteller at eksemplarer ved museer i en rekke europeiske land ble undersøkt og at forskerne brukte computertomografi (CT-maskin) for å få nøyaktige bilder av anatomen til fiskene. Denne nøkkelinformasjon kan elevene drøfte i gruppa. Forstår de hva undersøkelsen går ut på? Eventuelt kan de også undersøke videre hva et fossil er, hva kalkstein er, hvor gamle er kalksteiner i Nord-Italia og Frankrike? Hva er egentlig computertomografi? Hvorvidt Nyhetsdyret skal få beholde det første beinet om forskningsdesignet, kan være vrient å ta stilling til før elevene vet litt mer om hva forskerne faktisk ønsket å finne ut.
- Det er ikke oppgitt hvor lang tid som gikk med til undersøkelsene.

### 2. Nøkkelspørsmål om funn og konklusjoner (se s. 53)

- Dataene* til forskerne er bilder av fossiler tatt med computertomografi.
- Forskerne mener at CT-bildene gir beviser for at en asymmetrisk øyeplassering hos flyndre er resultat av en gradvis utvikling og at studien kanskje kan sees som en manglende puslespillbit i Darwins evolusjonsteori.
- Artikkelen sier ikke noe nærmere om begrunnelsene og bevis.
- Spørsmålet om hvor sannsynlig det er at konklusjonene er riktige, kan diskuteres i gruppa.
- Er spørsmålet om forklaring av effekt aktuelt i denne undersøkelsen?

<sup>1</sup> <http://www.forskning.no/artikler/2008/juli/188365>



# NATURFAG OG DISKUSJON NYHETSDYRET

Kan vi nå ta stilling til om Nyhetsdyret skal beholde det første og det andre beinet, eller må vi gå videre til punkt 3 og spørsmålet om hvor resultatene ble publisert for å finne mer ut om dette? Artikkelen i forskning.no oppgir lenke til det kjente og anerkjente vitenskapelige tidsskriftet *Nature*, hvor forskningen er publisert.

Vi ser at i spørsmålet om hvorvidt dyret får beholde beina sine og om artikkelen ”står seg” eller ei også kan handle om et samspill mellom disse seks punktene, og den endelige avgjørelsen kan godt være del av den oppsummerende klassesamtalen.

Om diskusjonen kommer inn på betydningen av denne forskningen for vår forståelse av livets utvikling, så kan jo diskusjonen bli ganske filosofisk! Det er viktig at det blir diskusjon i gruppa og ikke bare en avstemning. Hensikten med spørsmålene er at også elevene skal sette ord på standpunkt, begrunnelser, bevis eller usikkerhet, og de kan gå til annet kildemateriale og finne ut mer for å ta standpunkt eller for å finne begrunnelser og bevis for sine argumenter i diskusjonen.

Det er som sagt svært sannsynlig at nyhetsoppslag og populærvitenskapelige artikler vil miste bein eller i det minste ha svakheter på disse punktene. Det handler også om skrivning i ulike sjangre og med ulike hensikter. Det er kanskje til og med litt urettferdig overfor tekstene å gå løs på dem med disse kriteriene, siden tekstenes funksjon kanskje mer er å vekke nysgjerrighet og begeistring enn å presentere hvordan skrivning og forskning er ”skrudd” sammen. I skolesammenheng er det imidlertid perfekt nettopp å kunne bruke autentiske tekster for vise elever hvordan de kan lese kritisk for å utvikle forståelsen sin både av det faglige innholdet og av lesing og skrivning i faget.

Aktiviteten *Nyhetsdyret* er en systematisk måte å stimulere til diskusjon og refleksjon rundt naturfaglig informasjon i media og verdien av gode undersøkelser. Det er flere viktige målsetninger med aktiviteten. For det første skal elevene lære om formidling av forskningsresultater. For det andre skal de lære å se på forskning med et kritisk blikk, og sist, men ikke minst, skal de lære å være kritiske til forskningsformidling.

Aktiviteten kan synliggjøre for elevene hva de trenger å vite mer om for å forstå medias formidling av forskningsresultater, for eksempel hva en nyhetsartikkel faktisk forteller eller ikke forteller noe om. Gjennom aktiviteten kan nyhetsoppslag i dagspressen eller populærvitenskapelige artikler knyttes til de praktiske og utforskende aktivitetene elevene selv gjør. Klassen kan diskutere

i hvilken grad liknende undersøkelser kan brukes for å finne ut noe som er viktig for dem selv, for lokalmiljøet eller sett i en større samfunnsmessig sammenheng.

Forskningsformidling i media gjennomgås systematisk og kritisk og *Nyhetsdyret* kan bringe inn et utvidet perspektiv når elevene selv skal innhente og systematisere data, undersøke, tolke og presenterer resultatene sine.



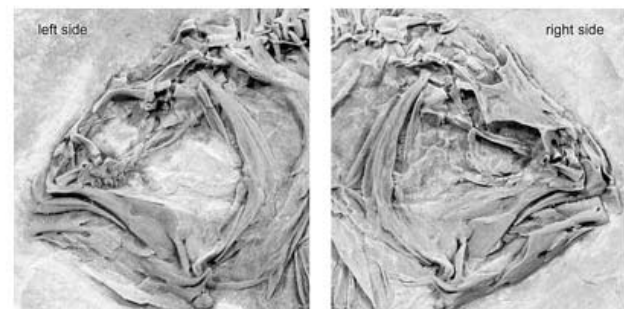
## Flyndre gir Darwin svar

Forsteinet flyndrefisk kan være en manglende brikke i Darwins evolusjonslære. Flyndrens spesielle øyeplassering utviklet seg gradvis, viser en ny studie.



Espen Eggen  
journalist

Mandag 14. juli 2008  
kl. 05:00



Skallen til et fossil av fisken *Heteronectes chaneti*. Forskerne har påvist øyets påbegynte, men ikke fullførte vandring, til den andre siden av hodet. - Fossiliet viser at flyndrefiskens asymmetri har utviklet seg gradvis, kommenterer forsker Matt Friedman ved University of Chicago. (Foto: Matt Friedman/University of Chicago)

**Evolusjonsforskning presentert i populærvitenskapelig artikkel.**  
Fra en side på forskning.no.



# NATURFAG OG DISKUSJON LANGS EN LINJE

## Diskusjon langs en linje

Elevene i klassen stiller seg på en lang linje (evt. i en sirkel). Den ene enden av linjen representerer posisjonen *Helt Enig*. Den motsatte enden av linjen representerer posisjonen *Helt Uenig*.

Læreren presenterer elevene for et usagn. Elevene blir bedt om å posisjonere seg selv langs linjen i forhold til enighet eller uenighet om utsagnet. To elever kan ikke ende opp på samme sted, så de må diskutere med sidemannen for å klargjøre eget standpunkt. Aktiviteten kan gjøres med en større gruppe eller en hel klasse.

De første gangene elevene gjør aktiviteten, kan det være greit å holde seg til et kjent emne. Gruppen kan også bruke et ikke-naturfaglig emne helt i starten for å etablere hva aktiviteten handler om – som for eksempel ”Jeg liker å se TV-programmet ”Newton”. Elevene diskuterer og argumenterer seg fram til sin posisjon langs linjen. Forslag til spørsmål (disse spørsmålene er prøvd ut av Bridget Holligan og hennes kolleger i Science Oxford):

### Utstyr

- Evt. Rollekort eller kort som beskriver noen karakteristika (se tekst)

- Ingen har rett til å få vite detaljer om din genetiske ”make-up” mot din vilje.
- Utstyr til genetisk testing for vanlige sykdommer som cystisk fibrose bør være tilgjengelig over disk i apotek.
- Folk som er disponert for alvorlige sykdommer som Huntingtons, bør ikke få lov å få barn. De bør få adoptere isteden.
- Jeg mener at verden ville vært et bedre sted dersom radioaktivitet aldri hadde blitt oppdaget.
- Jeg tror at global oppvarming er det største problemet for menneskeheten.
- Jeg tror at månelandingene var juks.



Her ser vi hvordan ”Diskusjon langs en linje” ble brukt av Bridget Holligan i en samling ved Science Oxford. Elevene stiller opp langs en linje hvor de skal plassere karakteristika og betingelser som ’Intelligence’, ’Musical Ability’ og ’Cystic Fibrosis’ i et kontinuum fra ’Completely Genetic’ to ’Completely Non-Genetic’.





## NATURFAG OG DISKUSJON LANGS EN LINJE



Bildet viser hvordan elevene også kan lage linjen ved hjelp av kort mens de arbeider og diskuterer i grupper istedenfor at alle elevene stiller seg opp langs en linje og diskuterer seg fram til plassen sin. I denne oppgaven diskuterte elevene hvem de ville fortelle det til (for eksempel venner, familie, legen, forsikringsselskapet, skolen osv) hvis de hadde valgt å tillate innsyn i opplysninger om sin egen genetiske profil.

Når elevene har diskutert seg fram til hver sin posisjon, kan læreren be enkeltelever om å forklare hvorfor de har valgt denne posisjonen. Aktiviteten kan gjennomføres som en del av introduksjonen før arbeidet med et nytt emne starter, og som en oppsummering på slutten av emnet. I oppsummeringen vil vi kunne se om forståelse og holdninger har endret seg som en følge av kunnskapsbyggingen i klassen. Vil meningene i klassen polarisere seg eller vil de fremstå som et jevnt kontinuum fra enig til uenig? Kanskje endres eller skjerpes elevenes mening gjennom diskusjonene i selve aktiviteten fordi de blir presentert for ny informasjon eller nye synspunkter?

### Faglig kommentar

Bridget Holligan har også utviklet aktiviteten på forskjellige måter, for eksempel ved å gi elevene rollekort, eller kort som representerer ulike karakteristika eller betingelser. Da bruker eleven kortet sitt som utgangspunkt for å diskutere med klassekameratene og finne kortets plass langs linjen (se bilde over).

Aktiviteten kan også gjøres i små grupper. Elevene lager da linjen ved hjelp av kort. De diskuterer seg fram til kortenes plassering langs en linje (se bilde over).



# PARTIKKELMODELLEN GASS

## Dramatisering av gass

I denne aktiviteten skal elevene dramatisere partikkelmodellen for gasser.

### Forsøk med engangssprøyte

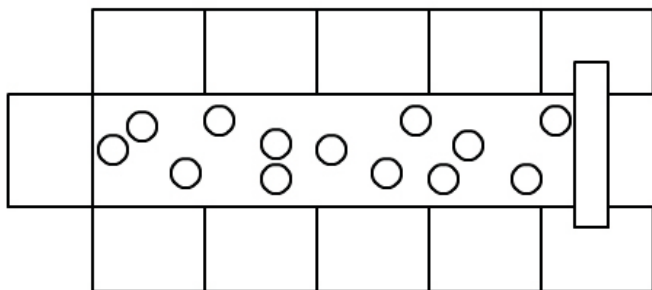
1. Ta en engangssprøyte og finn ut hva du kan bruke den til. Bruk bare luft i sprøyta.
2. Hold tett for åpningen på sprøyta og test ut hvor mye du kan presse lufta sammen med stampelet (figur 1).



Figur 1. Engangssprøyte som er tettet med en finger

### Dramatisering av gasspartikler

1. Plasser pultene i klasserommet slik at de danner en stor beholder som vist på figur 2. Beholderen skal fungere som en modell av sprøyta. Legg en stokk oppe på pultene i den enden som er åpen. Stokken representerer stampelet i sprøyta.



Figur 2. Elevene er symbolisert med sirkler og pultene med kvadrater. Sammen utgjør de en modell av sprøyta.

### Kort om partikkelmodellen

- Alle stoffer er laget av partikler
- Mellom partiklene er det tomrom
- Alle partiklene er i bevegelse
- Kraftigere partikkelbevegelse betyr høyere temperatur
- I fast stoff og væske er avstanden mellom partiklene omtrent like stor
- I gass er avstanden mellom partiklene omtrent ti ganger større enn i væske

### Materialer og utstyr

- engangssprøyte uten spiss
- rom med pulter
- stiv stokk

2. Elevene representerer partiklene inne i sprøyta. De skal bevege seg i rette linjer med armene langs kroppen. Når de kolliderer med hverandre eller veggene, skal de reflektere som baller som blir kastet mot en vegg (elastiske støt). For å kontrollere farten, kan de bevege seg i takt med musikk med langsomt tempo.
3. Læreren skyver stokken langs pultrekkene. Hva skjer med elevene når stokken skyves slik at beholderen blir mindre? Vil elevene kolliderer oftere eller sjeldere med veggene og stokken? Diskuter likheten med sprøyta. Hva skjer med trykket, volumet og temperaturen i sprøyta når stampelet presses inn?
4. Øk tempoet i musikken. Elevene skal følge takten og bevege seg raskere. Hva skjer med antall kollisjoner og kraften mellom elevene når tempoet øker? Diskuter likheten med sprøyta.

### Faglig forklaring

Mange tror at lufta og andre gasser er noe kontinuerlig og tenker ikke på at lufta består av partikler. Ved å presse sammen lufta i en engangssprøyte får elevene oppleve at lufta kan presses sammen og at den er elastisk.



Nettressurser  
<http://evina.no/kurs/partikler>  
<http://www.hinesna.no/system/files/skriftserie/23.pdf>

Tekst: Johannes Tveita, Høgskolen i Nesna  
Illustrasjoner: Wenche Erlie, Naturfagsenteret

# PARTIKKELMODELLEN GASS

Antall partikkelkollisjoner handler om trykket, og farten til partiklene handler om temperaturen. I punkt 3 er det trykket som øker og i punkt 4 er det temperaturen som øker.

Dette skjer i punkt 3: Når stampelet i sprøyta skyves slik at beholderen blir mindre, kolliderer partiklene oftere med veggen, stampelet og med hverandre. Dermed blir det større trykk mot veggene og stampelet.

Dette skjer i punkt 4: Temperatur i i gassen er knyttet til farten til partiklene eller mer presist bevegelsesenergien til partiklene. Det er takten i musikken som illustrerer hvor høy temperaturen er. Når farten til partiklene øker, blir temperaturen høyere. Elevene opplever at kollisjonene blir kraftigere både med veggen og med stokken, altså øker også trykket i sprøyta.

## Aktuelle kompetansemål i læreplanen for alle tre parikkelaktivitetene

### Etter 7. årstrinn

#### Fenomener og stoffer

- beskrive sentrale egenskaper ved gasser, væsker, faste stoffer og faseoverganger ved hjelp av partikkelmodellen

## Kommentarer/praktiske tips

I samtaler mellom elevene og læreren er det lett for at vi ”hopper” fra den makroskopiske elevnivået til partikkelnivået i gassen og tilbake igjen uten å presisere at vi gjør det. Det kan være vanskelig for elevene å være med på ”reisen”. De blir stående igjen i det ene eller andre nivået og misforstår. Det er derfor viktig at læreren gjør det klart for elevene når de krysser grensene mellom de to nivåene! Dette kan læreren tydeliggjøre ved for eksempel å ta på seg en lue eller en hatt når han/hun snakker om partikkelnivået.

## Faktarute om partikkelmodellen

Fra Isnes m.fl. 1997: *Helix 8*, Cappelen

### Hva skjer i stoffer som smelter og fordamper?

Når vi skal beskrive hva som gir stoffene de egenskapene som vi har satt opp i tabellen på neste side, tar vi i bruk en modell som vi kaller *partikkelmodellen*. Partikkelmodellen kan vi kort beskrive slik:

Vi tenker oss at alt stoff er bygd opp av partikler (molekyler) med tomrom imellom. Disse partiklene beveger seg hit og dit med stor fart, helt usystematisk. Disse ”hit og dit”-bevegelsene til partiklene henger sammen med temperaturen til stoffet. Jo høyere temperaturen er, desto raskere beveger partiklene seg.

Vi tenker oss de tre fasene slik i partikkelmodellen:

I fast stoff, for eksempel is, tenker vi oss at partiklene ligger som i et mønster. Partiklene er bundet til sine ”faste plasser” i dette mønsteret. Det er sterke krefter mellom partiklene som holder dem på de faste plassene. Men partiklene er i ustanselig bevegelse hit og dit ved at de vibrerer omkring disse faste plassene. Denne beskrivelsen passer fint med at fast stoff har et volum og en form som er vanskelig å forandre.

I væske, for eksempel vann, ligger ikke partiklene som i et mønster. De har ikke ”faste plasser”. Partiklene fyller omtrent det samme volumet som i fast tilstand (is), men siden de ikke er bundet til faste plasser, kan væske forandre form: Væsken former seg etter

det karet den helles opp i. Partiklene beveger seg fortsatt hit og dit helt usystematisk. Men bevegelsene er nå så sterke at bindingene mellom enkelte partikler brytes, mens de blir dannet på nytt med andre nabopartikler. Tiltrekningen mellom partiklene er fortsatt sterk nok til å holde dem tett sammen, slik at volumet ikke forandrer seg vesentlig. Men partiklene blir ikke holdt på faste plasser i forhold til hverandre, og under påvirkning av tyngdekraften vil væsken forme seg etter det karet den er i. I vektløs tilstand, for eksempel i en romferge i rommet, vil en liten mengde væske blir kuleformet. Bevegelsene er raskere enn i fast stoff, fordi temperaturen er høyere.

I gass, for eksempel vanddamp, er avstanden mellom partiklene mye større enn i væske (vann) og fast stoff (is). Partiklene beveger seg nå enda raskere enn i væske, slik at de tiltrekkende kreftene mellom dem overvinnes, og partiklene kan bevege seg fritt i alle retninger. De er i gassform. temperaturen er høyere enn i væsken. Siden avstanden er så mye større mellom partiklene i en gass, og de ikke har faste plasser, er det lett å trykke en gass sammen. Trykk og volum henger nøye sammen i en gass. Partikkelmodellen forklarer altså for oss at en gass fyller det volumet som er tilgjengelig, det vil si at gassen kan endre både volum og form.



# PARTIKKELMODELLEN VÆSKE

## Dramatisering av væske

I denne aktiviteten skal elevene dramatisere partikkelmodellen for en væske.

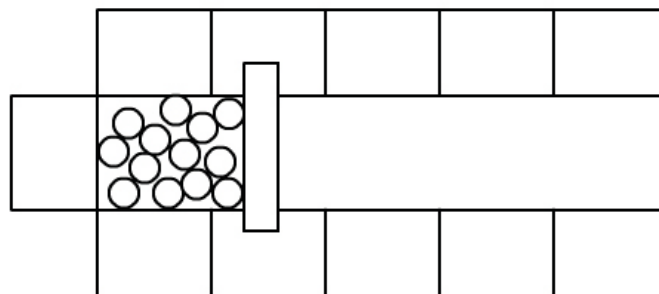
For å lage en modell av væske, må læreren skyve stokken slik at elevene står så tett at de støter mot hverandre og mot vegg og stokk hele tida (figur 3). Elevene må ikke stå så tett at de ikke kan røre seg, fordi de fortsatt skal bevege seg i takt med musikken som illustrerer temperaturen. Diskuter likheten med vannet i en sprøyte. Hvorfor er elevene nå en modell av en væske? Vi skal tenke oss at vi varmer opp væska i sprøyta. Da vil partiklene bevege seg kraftigere, men ikke ta noe særlig større plass. Kan dere dramatisere dette? Etterpå kan dere vise hva som skjer når vi avkjøler væska.

### Faglig forklaring

I en væske tenker vi oss at partiklene ikke har "faste plasser" slik vi tenker oss i fast stoff. Det betyr at en væske kan forandre form, noe vi lett ser når vi heller vann fra et glass over i en dyp tallerken. Væsker former seg etter det karet som de helles opp i. Partiklene beveger seg hit og dit helt usystematisk, men de ligger tett inntil hverandre pga kreftene mellom partiklene. Det er derfor vanskelig å endre volumet til en væske. Når temperaturen øker i væska, øker partiklenes bevegelse, akkurat som i gass.

### Materialer og utstyr

- rom med pulter
- stiv stokk



Figur 3. Elevene er tegnet som sirkler og pultene som kvadrater. Sammen utgjør de en modell av ei sprøyte som inneholder væske.

### Faktarute

Fra Isnes m.fl. 1997: *Helix 8*, Cappelen

	Fast stoff	Væske	Gass
Er formen lett å endre?	nei	ja	ja
Er volumet lett å endre?	nei	nei	ja
Kan vi bevege oss i dette stoffet?	nei	ja	ja

Tabell: Egenskaper til de tre fasene

### Massen forandrer seg ikke når fasene endrer seg

Når en isklump forandrer fase, er massen likevel den samme hele tiden. Dersom vi er i stand til å veie all vanddampen etter at alt vannet har fordampet, vil vi finne at den gassen som har gått opp i lufta, veier like mye som isklumpen til å begynne med, og som vannet etter smeltingen.



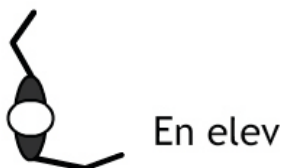
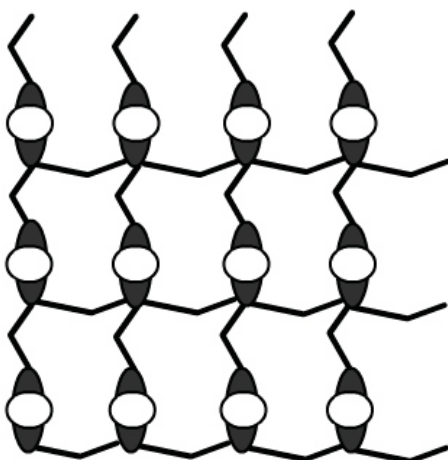
# PARTIKKELMODELLEN FAST STOFF

## Dramatisering av fast stoff

I denne aktiviteten skal elevene dramatisere partikler i fast stoff.

Elevene skal stille seg på flere rekker og ha høyre hånd på høyre skulder til eleven foran seg og venstre hånd på høyre skulder til eleven ved siden av seg. Armene skal være bøyd slik at elevene kan bevege seg (vibrere) på et lite område (som vist i figur 4).

Lag en dramatisering av at temperaturen øker i det faste stoffet, og etterpå kan dere dramatisere at stoffet avkjøles. Hvordan vil dere gjøre det?



Figur 4. Elevene står i rekker og skal utgjøre en modell av fast stoff.

### Faglig forklaring

Et fast stoff kan vanligvis verken endre form eller volum. Vi tenker oss at partiklene ligger i et mønster, og at partiklene har faste posisjoner som de kan bevege seg noe i forhold til ("vibrere"). Når temperaturen øker i det faste stoffet, øker partiklenes bevegelser omkring det faste punktet. Når temperaturen synker, avtar partiklenes bevegelse.

### Kommentarer/praktiske tips

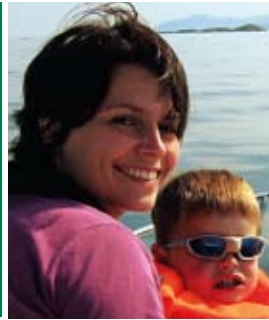
Denne aktiviteten kan utvides på mange måter. Fenomener som er greie å dramatisere, er for eksempel varmeledning, varmetviding og smelting.

**Varmeledning:** La elevene dramatisere partikler i fast stoff (Figur 4). Læreren gir de elevene som står på en av de ytterste rekkene raskere bevegelse ved å skubbe på dem kraftig fram og tilbake en stund. Dette medfører en "kjedereaksjon" slik at de andre elevene etter hvert kommer i raskere bevegelse som brer seg igjennom de andre rekkene. Den økte bevegelsen som læreren påfører elevene skal illustrere at partiklene blir tilført varmeenergi.

**Smelting:** Læreren gir de nærmeste elevene så stor bevegelse fram og tilbake at de slipper taket på skulderen til medelevene. Vi får da noen elever som er bundet fast i hverandre, mens andre har mistet taket. Elevene som mister taket skal illustrere partikler som er tilført så mye energi at de går over i væskefase.

**Utviding ved varme:** La alle elevene dramatisere en stav ved å stå på to rekker med bøyde armer og hendene på skuldrene til hverandre (som på figur 4). Her må elevene i den ene enden av rekka stå inntil en vegg, slik at de har et fast utgangspunkt. Merk så av med kritt på golvet der den frie enden av staven står når elevene har relativt liten bevegelse. Så tilfører vi varmeenergi til hele staven ved å øke takten de skal bevege seg etter. Ved raskere vibrering av alle elevene ser vi at hele staven blir lengre.

## STORYLINE BÆREKRAFTIG UTVIKLING



# ”Tellus har feber”

-Storyline - eit verktøy i utdanning for bærekraftig utvikling

**Kan grøne, raude, og blå menn bidra til å redde Tellus (jorda)? ”Hjelp til dere som er igjen! På bakgrunn av reisen til fremtiden i år 2100...Tellus er i ferd med å gi tapt. Dette er viktig å lese for dere som er igjen, og enda har en mulighet til å forandre fremtiden” (sitat lærarstudentar).**

På lærarutdanninga ved Høgskolen i Bodø vart metoden storyline brukt da studentar i faget Naturfag 1 skulle lære om drivhuseffekten og klimaendring. Storylinen som gikk over ein dag, var utvikla gjennom eit innovasjonsarbeid og vart gjennomført med to kull studentar hausten -07 og -08. Målet med innovasjonsarbeidet var å vurdere om storyline er ein eigna undervisningsmetode for å gi kunnskap om drivhuseffekten og klimaendring, samt om opplegget kan bidra til at lærarstudentar får motivasjon og engasjement til å undervise om bærekraftig utvikling.

Storyline er ein undervisningsmetode som er utvikla i Skottland og som har fått stor utbreiing både nasjonalt og internasjonalt. I storyline fungerer læraren som regissør og veileder og arbeider med elevane innanfor ei tematisk ramme der framdrifta er forankra i tid og stad. Det er også bestemt kva for levande vesen (dyr, fantasifigurar og personar) som held til på staden og kva for roller elevane (og læraren) har i forteljinga. Den fiktive verda dannar ei felles ramme for spennande aktivitetar der elevane skal reflektere og handle ved hjelp av problemløysingsmetoden. Såkalla *nøkkelspørsmål* frå læraren er heilt avgjerande og driv handlinga framover.

Det er viktig å starte med ein god introduksjon i storyline, som skaper ei spesiell stemning og som set elevane og lærarar inn i handlinga og historia til det som skal skje. Storylinen om drivhuseffekten og klimaendring starta med ei spennande historie som skulle vekke interesse og engasjement. I det dunkle rommet var det flytande stearinlys på borda, grønne dukar og grønne plantar. Ein prosjektor lyste opp ein heil vegg med bilete av jorda i verdensrommet, samt tre romskip som hadde fanga opp signalet: ”*Tellus har feber*”.

### Introduksjonshistoria i storyline om drivhuseffekt:

Det hadde vore ei lang reise. Dei tre romskipa kom frå planeten Mars og skulle no utforske den vakre planeten Tellus som nærma seg i rommet. Tellus var delvis dekt av skyer, men gjennom skydek- ket kunne dei skimte store, blå havområde mellom fruktbare, grønne landområde og brun ørken.

Jorda – Tellus – hadde fått namnet ”den blå planeten” fordi hava dekte over 70 % av kloden. Det latinske namnet - Tellus – var gitt henne fordi den romerske gudinna Tellus var gudinne for Jorda og fruktbarheit. Og Jorda Tellus var jo ”fruktbar”, fordi ho gav liv til så mange – både store og små.

No hadde Tellus fått problem.. Talet på arten Homo sapiens – menneske - hadde auka enormt dei siste 200 åra, frå 1 til 6 milliard... Menneska hadde også begynt å drive rovdrift på henne. Tellus hadde fått feber og var bekymra for alt liv som levde på henne. Ho hadde derfor sendt ei melding ut i verdensrommet for å få hjelp: ”Tellus har feber”

Meldinga hadde ”tikka” ut i verdensrommet og blitt fanga opp av dei tre romskipa som kom frå ein utforskingstur på planeten Mars. Dei kom frå eit anna solsystem, men hadde blitt nysgjerrige på meldinga som dei hadde fanga opp – ”Tellus har feber”. Dei tre romskipa fikk slippe inn i atmosfæren til Tellus med følgjande adgangs-kort:

- Apollon
- Flora
- Jupiter

# STORYLINE BÆREKRAFTIG UTVIKLING

Studentane vart delt inn i tre grupper som representerte dei tre romskipa. Dei fikk roller som *grøne, blå eller raude menn* og tok på seg laminerte "rom-ansikt", mens læraren (eg) sjølv tok eit bilete av jordkloden rundt halsen og var Jorda - *Tellus*.

Under gjennomføringa delte Tellus (lærar) ut ressurshefter med kopi av relevante informasjonssider frå Internett. Grøne, raude og blå menn gikk fort i gang med å teikne kretsløpet til karbon og den naturlige- og menneskeskapte drivhuseffekten.

## Tellus (lærar) begynte å forklare:

Eg har levd i over **4,5 milliardar år** og har gått gjennom store forandringar i klima og artsmangfold. Men no er det noko som er annleis. Kan dokke hjelpe meg til å forstå dette? Dersom vi skulle korte ned historia mi til ein film på nokre få timar, så ville mennesket berre ha vore med i dei siste sekunda av filmen – og det er jo berre i desse siste sekunda eg virkelig har begynt å få feber.....

Arten mennesket – homo sapiens - skilte lag med sjimpansen for ca. 7 millionar år sidan. Til å begynne med merka eg ikkje så mykje til denne nye arten – dei var relativt få og levde i pakt med naturen. Men etter at industrialiseringa breidde seg i mange land på 1800-talet, samtidig med medisinske framskritt, auka talet på menneska drastisk: frå **1 til 6 milliardar på 200 år**. Kan dokke hjelpe meg å finne ut av kva som har skjedd med kroppstemperaturen min???

- Eg er vant til at klimaet endrar seg med mange tusenårs mellomrom.
- Eg har observert at nivået av karbondioksid har variert i takt med temperaturendringane dei siste 400 000 åra.
- Men, den siste oppvarminga har gått mykje fortare enn forventa - eg har fått feber.

## Tellus delte ut Oppdrag 1

Kl 9:30.

- **Oppdrag 1:** Kva er det som har endra seg sidan den industrielle revolusjonen og korleis har dette verka inn på karbonkretsløpet mitt? (Forklar karbonkretsløpet før og etter den industrielle revolusjon og forklar kva som er skilnaden på naturlig drivhuseffekt og menneskeskapt drivhuseffekt)
- Utdeling av ressurshefte til Oppdrag 1

Frist: kl. 11:00



Representant frå dei tre romskipa med grønne, raude og blå menn

Tanken med Oppdrag 1 var at det er sentralt å forstå "det naturlige kretsløpet til karbon" for å kunne sjå korleis forbrenning av fossile energikjelder som kull, olje, og gass påverkar dette kretsløpet. I framstillinga av drivhuseffekten er det viktig å få fram at vi er avhengig av "den naturlige drivhuseffekten" for å få gunstig middeltemperatur på jorda, mens den menneskeskapte drivhuseffekten er eit resultat av forbrenning av fossilt brensel som fører til meir drivhusgassar og auka oppvarming. Både grønne, raude og blå menn gav rapport til Tellus då dei var ferdige med Oppdrag 1.

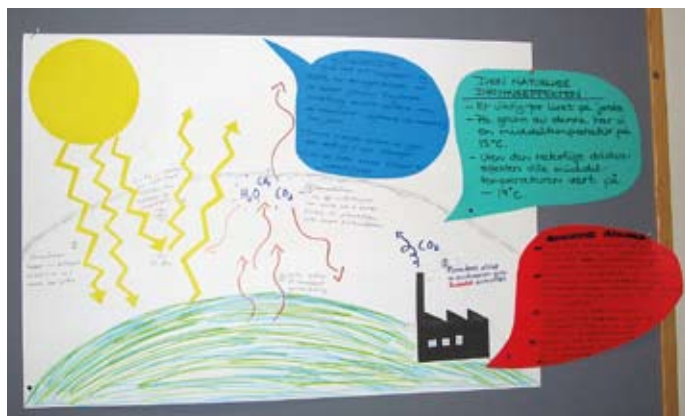
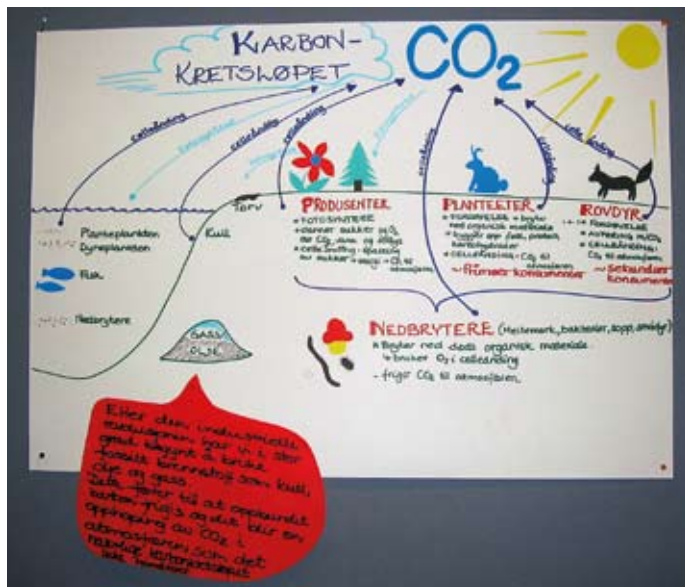
## Tellus delte ut Oppdrag 2

kl. 12:00.

- **Oppdrag 2:** Reis til framtida i år 2100. Kva har skjedd med meg då? Lag ein avisartikkel om dette som dokke sender tilbake i tid til dei største avisene som eksisterer i dag.
- Utdeling av ressurshefte til Oppdrag 2

Frist : kl. 13:30

# STORYLINE BÆREKRAFTIG UTVIKLING



Eksempel på produkt frå Oppdrag 1: Kretsløpet til karbon og naturlig- og menneskeskapt drivhuseffekt

På det neste oppdraget ville Tellus at grøne, raude og blå menn skulle reise til framtida i år 2100 for å sjå korleis den menneskeskapte drivhuseffekten hadde påverke henne i framtida. Dei skulle så skrive ein avisartikkel som dei sendte tilbake i tid, slik at menneska kunne få sjanse til å endre framtida. Tellus delte ut eit nytt ressurshefte til dette oppdraget som viste ulike scenario om korleis framtida på Tellus blir ved menneskeskapt drivhuseffekt. Dei ulike scenaria er laga av klimaforskarar og var henta frå relevante internetsider som til dømes [www.cicero.uio.no](http://www.cicero.uio.no).



## Tellus delte ut Oppdrag 3

- Kl. 13:45.
- **Oppdrag 3:** Reis tilbake til notid og lag ein informasjonskampanje med tiltak som menneska må gjennomføre (internasjonalt, lokalt og individuelt) for å få ned feberen min!
- Utdeling av ressurshefte til Oppdrag 3
- Frist: kl. 15:00





# STORYLINE BÆREKRAFTIG UTVIKLING

På det siste oppdraget ville Tellus at grøne, raude og blå menn skulle lage ein informasjonskampanje til menneska som viste ulike tiltak menneska kunne gjennomføre på globalt, lokalt og individuelt nivå for å "få ned febera til Tellus". Det siste resursheftet vart utdelt med relevant informasjon frå aktuelle internettider.

## Kort oppsummering

I dette undervisningsopplegget fekk studentane prøvd ut metoden storyline og lærte samtidig om drivhuseffekten og klimaendring. Studentane meinte at sjøve settinga i denne storylinen var med på å engasjere, der Jorda – Tellus var personifisert og studentane var vesen frå verdsrommet som skulle redde Tellus. Dei sa også at det er viktig med den gode introduksjon i storyline, som set deltakarane inn i ei bestemt handling. Storylinen om drivhuseffekten gav rom for diskusjon og refleksjon, og studentane ville ta med denne kunnskapen som framtidige lærarar i grunnskulen. Studentane meinte at undervisningsopplegget kunne brukast i grunnskulen med tilpassingar på ulike klassetrinn, der ein bruker lenger tid på storylinen. Det er viktig at ein i grunnskulen ikkje gir elevane unødige bekymringar, men at ein fokuserer på løysingar. Studentane meinte også at denne storylinen kunne vidareutviklast til ein tverrfaglig storyline med til dømes norskfaget.



Eksempel på produkt Oppdrag 3: Grøne menn informerer om globale tiltak. Ei av gruppene hadde også laga ein informasjonsfolder om "Nordlands fylkeskommunes forslag til plan for å bevare miljøet".

## Utdrag av relevante kompetansemål læreplanen

### Etter 4. årstrinn

#### Fenomener og stoffer

- gi eksempel på et kretsløp i naturen med utgangspunkt i biologisk nedbrytning

#### Mangfold i naturen

- argumentere for forsvarlig framferd i naturen

### Naturfag etter 7. årstrinn

#### Forskerspiren

- trekke naturfaglig informasjon ut fra enkle naturfaglige tekster i ulike medier
- publisere resultater fra egne undersøkelser ved å bruke digitale verktøy

#### Fenomener og stoffer

- gjøre greie for bruk av noen energikilder før og nå og beskrive konsekvenser for miljøet lokalt og globalt

### Naturfag etter 10. årstrinn

#### Mangfold i naturen

- observere og gi eksempler på hvordan menneskelige aktiviteter har påvirket et naturområde, identifisere ulike interessegruppers syn på påvirkningen og foreslå tiltak som kan verne naturen for fremtidige generasjoner

#### Fenomener og stoffer

- forklare hvordan råolje og naturgass er blitt til, og hvordan disse stoffene anvendes
- forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder

### Naturfag etter Vg1

#### Bærekraftig utvikling

- forklare hva som ligger i begrepene føre-var-prinsippet, usikker kunnskap og begrepet bærekraftig utvikling, og gi eksempler på dette
- vurdere miljøaspekter ved forbruksvalg og energibruk
- velge ut og beskrive noen globale interessekonflikter og vurdere hvilke følger disse konfliktene kan få for lokalbefolkningen og verdenssamfunnet
- gjøre greie for hvordan det internasjonale samfunnet arbeider med globale miljøutfordringer

#### Stråling og radioaktivitet

- forklare hva drivhuseffekt er og gjøre rede for og analysere hvordan menneskelig aktivitet endrer energibalansen i atmosfæren

## KONFERANSE FORSKERSPIRER I BARNEHAGEN



# Konferansen ”Forskerspirer i barnehagen”

I to dager presenterte entusiastiske barnehageansatte, forskere og fagfolk mye godt arbeid med naturfag i barnehagen. De ca. 260 deltakerne fikk praktiske eksempler og gode ideer til hvordan de kan videreutvikle arbeidet med rammeplanområdet naturmiljø og teknikk, og hvordan de kan gi plass til de små forskerne i hverdagen i barnehagen.

Statsekretær Lisbeth Rugtveit fra Kunnskapsdepartementet åpnet konferansen 26. februar med å fortelle at nyere forskning framhever at små barn har et læringsinstinkt som drivkraft. Hun la vekt på voksnes betydning når det gjelder å tilrettelegge for utforskende aktivitet og undring i barnehagen. Lisbeth Rugtveit trakk fram formålsparagrafen i opplæringsloven. Å få utfolde seg, å lære å ta vare på hverandre og naturen og å få medvirke står sentralt når barn skal utvikle grunnleggende kunnskaper og ferdigheter. ”Grovt sett så lærer vi ikke så mye etter barnehagealder” var en av hennes dristige ytringer for å poengtere hva det betyr at voksne i barnehagen tar barns lærelyst på alvor.

I tillegg til fokus på utforskning, språk og deltakelse fra både barn og voksne var også kunstneriske og estetiske tilnærmingen en viktig del av det faglige innholdet.

Konferansen var et samarbeid mellom Naturfagsenteret, Utdanningsforbundet og NAROM. Per Aahlin fra Utdanningsforbundet understreket at konferansen kan bidra til å ivareta målsetningene i rammeplanen. Han understreket også behovet for en slik konferanse gjennom å vise til den store interessen. Konferansen var fulltegnet lenge før fristen, og flere hundre interesserte måtte avvises.

Anne Lea fra Naturfagsenteret ledet deltakere og forelesere gjennom de to dagene og åpnet programmet slik: ”Naturvitenskap handler ikke om å vite, men om å prøve å finne ut”. En spennende kunstnerisk åpning understreket en viktig estetisk dimensjon ved naturfaget i barnehagen. Siri Haukenes, Sylvi Kielland og



Eksperimentering med lyd under foredraget til Kari Holter og Guri Langholm.

Nanna Paalgård Pape fra Høgskolen i Oslo utfoldet seg visuelt og musikalsk med bilder, stemmer og instrumenter laget av naturmaterialer og med lyder fra verdensrommet.

Marianne Ødegaard fra Naturfagsenteret viste med en annen kreativ innfallsvinkel hvordan drama kan brukes i barnehagen. I rollen som et vesen fra verdensrommet, lurte hun veldig på hva snø er for noe. Mon tro hva barna i barnehagen hadde kunnet lære henne om det? Apropos verdensrommet, så sørget Wenche Erlien og Anne Lea fra Naturfagsenteret for at deltakerne fikk med seg hjem et selvlaget ”stjernejul”, en guide til stjernehimmelen. Oppskrift på dette finner du på naturfag.no. (Du kan også søke på google: *Forsøk: Lag et stjernejul*)

## KONFERANSE FORSKERSPIRER I BARNEHAGEN



Marianne Ødegaard i kreativ romdrakt.

På programmet var det både aktiviteter og fagstoff med didaktiske innfallsvinkler. Guri Langholm og Kari Holte fra Høgskolen i Oslo demonstrerte lydeksperimenter. De sørget også for at deltakerne selv fikk prøve aktiviteter. Siv Almendingen fra Høgskolen i Nesna presenterte hvordan hånddukker kan brukes som strategi for å stimulere muntlig språk, naturfaglig interesse og læring. Anne Grete Sands presentasjon av hvordan en kan arbeide med begrepslæring, språkstimulering og naturfag ut fra Montessorripedagogikk fulgte opp det språklige fokuset. Dette understreker at barnehagen har en viktig skoleforberedende rolle. Skolen viderefører barnehagens arbeid med språkstimulering i arbeidet med grunnleggende ferdigheter i alle fag i skolen: muntlige ferdigheter, leseferdigheter, skriftlige ferdigheter, regneferdigheter og ferdigheter i bruk av digitale medier.

Språk og begrep i tillegg til spennende geologiaktiviteter var vesentlig i presentasjonen fra et utviklingsarbeid i Skytta barnehage. Anja Kalvik fra barnehagen og Merethe Frøyland fra Naturfagsenteret fortalte om hvordan hun og Jørn Hurum hadde gjennomført et aktivitetsopplegg over 7 uker sammen med de ansatte i barnehagen og en gruppe 5-åringer. Mange i salen fikk nok også en viktig innføring i grunnleggende geologi om prikkete, stripete og lagdelte steiner i denne presentasjonen.

Ikke minst bidro Sondre Bjaberg fra Ragnas Hage barnehage, Dag Fredriksen fra Fortet Barnehage og Ann-Iren Ruderaas og Kjersti Solvang fra Sandnes barnehage med viktige og engasjerende presentasjoner fra sitt arbeid.

Sondre fortalte om varierte aktiviteter med moro, undring, kropp og bevegelse, fugletitting, aking og garnfarging. Han understreket at når barna vil prøve mer og andre ting enn det som opprinnelig var planlagt, da har forskningsprosessen startet! Fortet barnehage kan være stolte av to miljøpriser og over å ha sjøsatt Ra III, en ganske stor miniatyr av Thor Heyerdahls Ra II. Apropos ekspedisjoner, så kunne Dag også fortelle om polarprosjekt med iglobygging og ekspedisjon. Hvorfor er det viktig at barna opplever slit, kaldt vær og glatt føre? Det gir mening når samarbeide blir nødvendig og ikke minst mestringsfølelse når målet nås. Etter en strabasios ekspedisjon rigges bålplassen opp, riktignok er det bare 8-900 meter fra barnehagen, men når ”nok er nok” – da er vi framme!



Klipping av stjernejul under foredraget til Wenche Erlie og Anne Lea.

Småforskere i Sandnes barnehage har mye å lære oss alle om å komme i gang og om å ta i bruk det materialet og de situasjonene som er der i hverdagen. Å organisere spillerom og tid er viktig, og med enkelt utstyr og gode spørsmål kan små og store sammen utfordre sanser og refleksjon og utforske kjente og litt skumle ting vi har omkring oss i en barnehage.

Mimmi Bjerkestrand fra Utdanningsforbundet avsluttet konferansen med en oppfordring til videre arbeid med dette viktige rammeplanområdet, og Naturfagsenteret og Utdanningsforbundet som arrangører høstet stor applaus for forslaget om å gjøre en konferanse for barnehagen til en tradisjon.

**Velkommen til neste års konferanse 8. og 9. februar 2010.**

## NYSGJERRIGPER SUKKERSØT FORSKNING



# Sukkersøt forskning

**Hva skjer egentlig med marshmallows når de grilles? Bli med til Eiksmarka skole i Bærum og se hvordan klasse 5D finner svar med Nysgjerrigpermetoden!**

Konsentrasjonen råder i klasse 5D ved Eiksmarka skole en onsdag i midten av april. Nye opplysninger har kommet til i forskningsprosjektet "Hvorfor forandrer marshmallows seg når vi griller dem på bålet?". Betydningen av den nye informasjonen er ennå uklart. Rokker den ved hypotesene deres? Må det gjennomføres nye eksperimenter? Med innleveringsfristen til konkurransen Årets Nysgjerrigper bare to uker unna, må det handles raskt.

### Mystiske hulrom

Lærer Annette Iversen Aarflot leder diskusjonen. Utgangspunktet er en av de innledende observasjonene til prosjektet: Grillede marshmallow har et merkelig hulrom under det svidde skallet. Hvorfor det?

En av elevene mener hulrommene kan bety at noe forsvinner når marshmallowsene grilles. Kanskje grillede marshmallows veier mindre enn ferske? En annen har søkt på Internett for å finne ut mer om ingrediensene i marshmallows. Han har oppdaget at sukker, som det utvilsomt er mye av i søtsakene, består av grunnstoffene hydrogen, oksygen og karbon. Annette forklarer at hydrogen og oksygen finnes i vann, og at karbon er det samme som svart kull. Kanskje noen av disse stoffene "stikker av" når skumputene grilles?

Klassen bestemmer seg for å teste hypotesen med to nye eksperimenter. Først vil de varme opp sukker for å se om noe forsvinner. Deretter vil de veie marshmallows før og etter grilling.

### Ut og hente opplysninger

En time senere er de 20 elevene samlet rundt gassblusset på skolens bål plass. Utstyrt med treklype, reagensglass og beskyttelsesbriller skal en av guttene gjennomføre sukkerekspertimentet. De andre observerer:



## NYSGJERRIGPER SUKKERSØT FORSKNING

- Se, sukkeret smelter!
- Det blir gult og brunt, som honning!
- Mmm, det lukter godt! Akkurat som marshmallows!

Lukten er så forførende at lærer Annette må minne elevene om å bruke øynene også. En røyk stiger nemlig opp fra det boblende sukkeret. Hva kan det være?

- Vanndamp!
- Og hva er vanndamp?
- Hydrogen!
- Og?
- Oksygen!
- Og hva blir igjen når hydrogen og oksygen stikker av?
- Karbon!



Annette Iversen Aarflot er ressurslærer for Nysgjerriger.



Ganske riktig begynner det å se svart ut i reagensglasset. Mørke bobler kravler oppover langs kantene. En illeluktende, gul røyk farger glasset nesten grønt. Den søte fortryllelsen er definitivt forbi.

-Æsj! sier elevene, og avslutter eksperimentet.

### Kritisk vurdering

I diskusjonen etterpå kommer det fram at eksperimentet kunne vært bedre planlagt. Elevene mener å ha observert at vannet "stakk av" fra reagensglasset. Men en kontrollveiling før og etter eksperimentet ville ha avslørt om dette stemmer. Klassen bestemmer seg for å gjøre eksperimentet om igjen. - Men da må vi huske å veie glasset og trekke vekten fra etterpå, minner en av jentene om.

### Lovende resultater

Mens noen repeterer sukkerkokingen, går de andre i gang med å grille marshmallows. Vekt, klokke, penn og papir skal garantere for resultatene. Ved slutten av timen ser det endelig ut til at Eiksmarka-forskerne kan ha avslørt en av marshmallowsens hemmeligheter: Både skumputene og reagensglasset med sukker ble betydelig lettere etter oppvarming!



# NYSGJERRIGPER MED FORSKNING PÅ TIMEPLANEN

## Med forskning på timeplanen



**Etter at Eiksmarka skole i Bærum ryddet plass til Nysgjerrigpermetoden i årsplanene sine, har forskergleden økt både blant lærere og elever. I år deltar hele skolen i Årets Nysgjerriger.**

Elevene ved Eiksmarka sjonglerer ord som problemstilling, hypotese og eksperiment med den største selvfølgje. Undervisningsplanen for skolen slår nemlig fast at alle klasser hvert år skal gjennomføre et Nysgjerrigerprosjekt. Dermed tar det ikke mange årene før elevene nærmest er eksperter i Nysgjerrigermetoden. Læringsverktøyet baserer seg på hypotetisk-deduktiv metode og oppfyller kravene i forskerspiren.

### Elevrådet i bresjen

Tuva Bjørklund, norsklektor ved Eiksmarka skole og ressurslærer for Nysgjerriger, begynte tidlig å interessere seg for forskningsmetodikk som læringsverktøy for barneskoleelever. I 2003 deltok klassen hennes for første gang i Årets Nysgjerriger – og stakk av med 3. prisen i konkurransen. Bragden vakte forskerlysten hos mange av skolens elever, men fenget ikke like mye på lærerværelset. Mange var usikre på om læringsutbytte stod i forhold til arbeidsinnsatsen.

Enkelte lærere lot seg likevel lokke med på forskerferd, og antall prosjekter økte de påfølgende årene. Men i 2006 hadde elevene sett seg lei på at det skulle avhenge av læreren hvilke klasser som fikk forske og ikke. Derfor fremmet elevrådsrepresentantene forslag om at deltagelse i Årets Nysgjerriger skulle være obligatorisk for alle klasser. Dette forslaget hadde rektor Svein Dyrhaug sans for:

– Som pedagogisk ansvarlig for skolen er jeg opptatt av å bygge bro mellom skolen og omverdenen, mellom teori og praksis. Det skal ikke være slik at elevene må gjøre seg ferdig med 12 års skolegang før de ser verdien av kunnskap og ferdigheter. Vi hadde gode erfaringer med denne gevinsten av Nysgjerrigerprosjektene. I tillegg så vi at metoden ga gode muligheter for tverrfaglig samarbeid og at prosjektene hadde positive effekter for klasse-miljøet. Derfor syns jeg det var en utmerket idé å sette av plass til dette i årsplanene våre.



### Nok tid og ressurser

Å arbeide med vitenskapelig prosjektarbeid på Eiksmarka er blitt langt enklere etter at de formelle rammene kom på plass, forteller Tuva Bjørkvold. I en periode har hun brukt deler av stillingen sin til å veilede kollegaer og holde kurs – noe hun mener har gjort det enklere for mange å komme i gang med forskningen:

– Det kan være vanskelig både å spørre om råd og finne tid til å gi ordentlige svar i en travelt skolehverdag. Men med nok tid til prosjektene i årsplanen og god tilgang til veiledning er både lærere og elever strålende fornøyd med å forske. I tillegg kan skoleledelsen glede seg over mye positiv omtale av prosjektene og skolen i mediene, noe vi ser konsekvensene av hver gang en stilling lyses ut her.

I år deltar alle klasser fra Eiksmarka skole i Årets Nysgjerriger. Vinnerne av konkurransen offentliggjøres i første halvdel av juni.

# NYSGJERRIGPER MED FORSKNING PÅ TIMEPLANEN



## Fakta om Nysgjerrigper

Nysgjerrigper er Norges Forskningsråds satsing for elever og lærere i barneskolen. Målet er å stimulere til undring og spørrelyst hos barn og unge, og vise at forskning er gøy.

## Nysgjerrigperbladet

Gir innblikk i forskningens verden gjennom lettleste og fargerike artikler. Bladet kommer ut fire ganger i året med et opplag på 85 000 eksemplarer. Både skoler, klasser og privatpersoner kan abonnere på bladet, som også kan lastes ned gratis fra Nysgjerrigpers nettsider.

## Årets Nysgjerrigper

Barnas årlige forskningskonkurranse. Hensikten er å motivere barn til å finne svar på egne spørsmål ved hjelp av vitenskapelig metode. Grupper av elever eller hele klasser i barneskolen kan delta. Innleveringsfristen er 1. mai hvert år. Alle som deltar får tilbakemelding fra juryen, diplom og premie. De beste prosjektene belønnes med opplevelser og pengepremier, og lærerne for de beste prosjektene blir invitert med på tur med Nysgjerrigper.

## [www.nysgjerrigper.no](http://www.nysgjerrigper.no)

Forskningsnyheter, tips, eksperimenter, konkurranser, multimedia og nyheter fra Nysgjerrigper. Nettstedet skal inspirere og underholde, men også gi leksehjelp og støtte for undervisningen.

## Nysgjerrigpermetoden

Bygger på hypotetisk-deduktiv metode og er beskrevet i et eget veiledningshefte for lærere. Elevene setter opp mulige årsaker til et problem, undersøker hypotesene ved å gjøre forsøk og innhente informasjon, og skriver en forskningsrapport. Nysgjerrigpermetoden er Forskerspiren i praksis. Veiledningsheftet kan bestilles gratis eller lastes ned fra Nysgjerrigpers nettsider.

## [www.nysgjerrigpermetoden.no](http://www.nysgjerrigpermetoden.no)

Nettverktøy for vitenskapelig prosjektarbeid i skolen. Nettstedet viser en sekstrinns "oppskrift" på hvordan forskningen kan gjennomføres. Flere brukere kan arbeide sammen om å legge inn tekst, tabeller og bilder. Den ferdige rapporten kan leveres direkte til konkurransen Årets Nysgjerrigper via verktøyet.

## Nysgjerrigpers ressurslærere

Et nettverk av lærere som er spesielt kompetente på Nysgjerrigpermetoden. De kan bistå andre i sitt nærområde med tips og råd om hvordan vitenskapelig prosjektarbeid i barneskolen kan gjennomføres. Kontakt Nysgjerrigper for mer informasjon om kurs og veiledning.



## FORNYBAR ENERGI



# Undervisningsopplegg om fornybar energi

**Verden står ovenfor dramatiske klimaendringer, temperaturene øker og stadig flere trues av ekstremvær, stadig flere kjenner endringene på kroppen og stadig vokser verdens utslipp. Blant de alvorlige rapportene, forskernes varslers og avisoverskriftene gjelder det å holde fokus på at løsningen finnes. Vi kan starte nå.**

De klimaendringene vi ser i dag har ikke kommet av seg selv. Vårt energiforbruk av olje, kull og gass gjør at verden forandrer seg. Vi kommer til å oppleve tørke, flom, økende havnivå, spredning av sykdommer og tap av biologisk mangfold i en mye hyppigere og større grad en tidligere. Hvis vi ikke gjør noe, vil konsekvensene bli fatale. Heldigvis sitter vi på mange løsninger og muligheter. Vi har teknologien til å sette i gang.

### Økte utslipp

I dag kommer de største klimagassutslippene fra industrilandene. USA og Kina er de største utslippssynderne, men også mange europeiske land står for store utslipp. Norge er et lite land og har utslipp deretter, men allikevel slipper hver nordmann ut langt mer CO<sub>2</sub> enn innbyggere i andre land. I 2007 ble det sluppet ut 12 tonn klimagasser per innbygger i Norge, mens snittet i verden var 5 tonn. De største utslippene i Norge kommer fra veitrafikken og oljenæringa. Oljeindustrien har nesten doblet utslippene fra 1990 nivå. Sammen med økende utslipp i veitrafikken fører det til at Norge slipper ut 11 prosent mer klimagasser enn i 1990.

Selv om det er industrilandene som har det største ansvaret for klimaendringene, så blir de fattigste hardest rammet. De har ikke mulighetene til å bruke enorme ressurser på å forebygge mot uvær, spredning av sykdommer og sult. Det gir oss et ekstra stort ansvar for å redusere klimagassutslippene våre. Gjennom skoleprosjektet *Fornybar framtid* ønsker vi å belyse mulighetene for reduksjon i utslippene. Skoleprosjektet er laget av Natur og Ung-



dom i samarbeid med Grønn bok. Les om dette på [www.gronn-boks.no](http://www.gronn-boks.no). Temaet for undervisningsopplegget er sammenhengen mellom energiforbruk og konsekvenser for miljøet.

### Fornybar energi – en fornybar framtid

Når elevene arbeider med undervisningsopplegget *Fornybar framtid* kan de sette seg inn i miljøsaken. De kan se på mulige løsninger og prøve å få satt tiltakene i gang. Vi vet at miljøproblemene kan løses, teknologien er der. Det som mangler er politisk vilje. Vi trenger en offensiv satsning på utslippsfri og fornybar energi. Undervisningsopplegget *Fornybar framtid* synliggjør mulighetene vi har og at ting ikke skjer av seg selv. Noen må stå på for at det skal bli utslippsreduksjoner og løsning på miljøproblemene. Gjennom *Fornybar framtid* kan ungdom forstå at de kan være med å forme sin egen framtid.





Som innledning til skoleprosjektet vil Natur og Ungdom holde et engasjerende foredrag om de menneskeskapte klimaendringene. Foredraget belyser også alternativene til skitten olje, kull og gass. For å vise at det er mulig å tenke globalt og handle lokalt vil Natur og Ungdom vise to korte filmer om ungdom som setter i gang miljøtiltak der de bor.

Skoler som tidligere har gjennomført *Fornybar framtid*, har kommet med gode tilbakemeldinger på hvordan temaet engasjerer elevene. Oppgavesettene har fått mye ros for både å være kunnskapsrettete og handlingsrettete. Samtidig er de lagt godt opp til lærerplanmålene i naturfag og samfunnsfag. Oppgavene går også på svært mange forskjellige temaer: buss, fornybar energi, klimaendringer, olje, klimaforhandlinger og jernbane for å nevne noe. Felles for alle oppgavesettene er tilknytningen til miljø og energi.

## Miljøtiltak der vi bor

For å gjennomføre *Fornybar framtid* bør det settes av minst fem skoletimer, men det er fullt mulig å utvide prosjektet. Koordinator for fornybar framtid kan være behjelpelig med å lage et lengre opplegg. Et slikt opplegg kan bestå av å besøke et lokalt kraftselskap for å finne ut hvordan de produserer energi. Bor man i en by, kan man se på hvordan samferdselen er lagt opp. Er det lett og billig å ta kollektivtrafikk? Kanskje er det mulig å besøke politikerne i kommunen for å høre deres syn på miljøspørsmålene. Mulighetene er mange.

## Hvordan gjennomføre *Fornybar framtid* som lærer?

1. Meld din skole på ved å sende e-post til [fornybarframtid@nu.no](mailto:fornybarframtid@nu.no) og få tilsendt læreveiledningsheftet
2. Bestem dere for hvor mange timer dere skal bruke til sammen, og i hvilke fag dere skal bruke undervisningsopplegget
3. Finn ut i hvilken uke(er) fornybar framtid skal gjennomføres
4. Se igjennom materiell og undervisningsopplegget på [nu.no/skole](http://nu.no/skole)
5. Informere elevene om fornybar framtid

## Fakta om *Fornybar energi*

- Fornybar framtid er et undervisningsopplegg for ungdomskoler og videregående skoler i naturfag og samfunnsfag.
- Temaet for skoleprosjektet er sammenhengen mellom energi og miljø. Klimaendringer står derfor som et sentralt emne.
- Natur og Ungdom stiller med foredragsholder til innledning av prosjektet og oppgavesett som lærerne kan benytte seg av.
- Fornybar framtid bygger på lærerplanmålene i samfunnsfag og naturfag.



## PLANTEFARGING



# Spennende farger fra naturen

## Forskerspireaktiviteter med utprøving og undring

**Plantefarging er en av mange brikker i en bærekraftig utvikling der vi gjør oss kjent med vårt eget naturgrunnlag og nyttiggjør oss det – uten å utarme eller å forurense. Barn kan eksperimentere og prøve seg fram med forskjellige planter og forskjellige ting til farging.**

### Nytt eller gammelt?

Eventyret om plantefarging begynte engang for lenge siden. I oldtidsgraver fins nesten alltid rester av tekstiler farget med planter. Kineserne hadde både røde og blå tekstilfarger for 4000 år siden, og landene i Midtøsten var mestere i plantefarging. Fargede klær i rødt og blått var forbundet med makt og status. Både japanske kimonoer, jødiske kjortler, kongelig klær i Norge og keiserlige klær i Romerriket hadde klare forordninger om fargebruk. Når endret dette seg? Jo – når farger ble allemannseie etter industrialiseringen på midten av 1800-tallet. Da gjorde den mørke dressen sitt inntog, og fargede klær ble overtatt av kvinnene.

### For barnehager og skoler?

Det er et magisk øyeblikk når garn eller ull løftes opp fra farge-suppa og har fått en fin og kanskje overraskende farge. Barnet som løfter opp garnet skinner av stolthet. Først plukkes for eksempel marikåpe eller reinfann, så kokes det en times tid og så farges garnet. Så lett er det! Barna blir kjent i nærmiljøet og lærer hvor marikåpe og reinfannen vokser tettest. På jakt etter bestemte planter utvikles observasjonsevnen og med økt kunnskap om naturen øker naturgledden. Det er framtidsrettet kunnskap å kunne utforske og utnytte naturen.

### Hvilke planter kan vi bruke?

Alle planter kan i prinsippet brukes, men alle gir ikke like fine farger. Bjørk og marikåpe kommer tidlig nok til plantefarging om våren og gir forskjellige gulfarger. Røsslyng og reinfann er høstens planter- som begge gir sterke og lysekte gulfarger. For øvrig er det bare å la barna plukke det de vil. Blir det ikke nok farge ved første forsøk, så koster det ingenting å farge en gang til! Svært mange planter gir en eller annen gulfarge, men for eksempel brennesle gir en lys beige farge.



Russekal. Foto: Jan Wesenberg

# PLANTEFARGING



Garn farget med kanelkjuke. Foto: Anna-Elise Torkelsen

Fargemateriale	Farge	Kommentar
Bjørkeblader	Gul	Mest farge midtsommer
Marikåpe	Gul	Finnes vår og sommer
Røsslyng	Gul	Høst
Reinfann	Gul	Høst
Brennesle	Beige	Spiselig i suppe og stuing
Lønn	Gul	Spiselig, særlig blomst
Linn	Gul	Spiselig, særlig blomst
Russekål		Svartlistet
Bark fra svartor	Svart	Bruk bark fra felte trær
Bark og kongler	Lys brun	Bruk bark fra felte trær
Steinlav og forskjellige kjuker	Mørk rødbrun til fiolett	Hele året
Islandslav og kvistlav	Lys brun	
Sopp	Fiolett, rødt mm	Sjekk om soppen er giftig
Kochenille (skjoldlus)	Rødfiolett	

Røtter av kvitmaure, gulmaure og stormaure gir røde farger. Før ble disse mye brukt, men kvitmaure er rødlista, og vi bør være forsiktig med å høste røtter. Sjekk rødlistebasen på artsdatabanken.no. Derimot så kan forskerspirene få utfolde seg med røtter av de svartlistede plantene, som russekål og platanlønn. Russekål er en kjent vill matplante.

Hvis vi vil ha mer fargevariasjon, kan vi bruke lav eller sopp. Steinlav og forskjellige kjuker gir en mørk rødbrun farge, og sopp kan gi nyanser i både fiolett og rødt. Kochenille, en skjoldlus som plukkes på kaktus i Sør-Amerika, gir en vakker rødfiolett farge.

## Hvorfor blir ikke garnet grønt?

Klorofyllet gir grønnfarge til plantene. Grønne sitter irriterende godt fast på klær! Hvorfor blir ikke ullgarnet grønt? Roseblader gir ikke rød farge, blåklokker gir ikke blåfarge og brunt høstløv av bjørk gir nesten samme gulffarge som det grønne løvet vi plukker tidligere på året. Derimot gir bark av svartor svart farge. Hva er det som skjer? Fargestoffene som overføres til garnet, kommer fra blader, blomster, stilk, bark, ved eller røtter – og også fra mose, bregner, lav og sopp. Fargestoffene er enten oppløst i celledsaften eller ligger i plasmatiske organer i cellen. De fleste fargestoffene hører til de to kjemiske bindingstypene som kalles flavonoider, oftest gule, og kinoner som oftest er rødaktige.

Mange fargestoffer er svakt sure og reagerer med basiske enheter i ull eller silke. For basiske fargestoffer blir det omvendt. Bomull og lin med cellulosefibre mangler sure og basiske enheter og opptaksprosessen blir dermed vanskeligere. Det er derfor lettest å farge ull og silke.

## Hvorfor beises garnet?

For å få fargen til å feste seg til garnet, kan vi forbehandle garnet med en prosess som kalles beising. Da blir garnet gjennomfarget og mer lysekte. Vi bruker sure beisemidler til basiske fargestoffer og omvendt. Det vanligste beisemidlet er alun (kaliumaluminiumsulfat,  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ). Alun er svakt basisk. Alunbeising er en tradisjon som strekker seg tilbake til oldtiden. Det er billig og ufarlig både for barn og naturen. Alun er ikke klassifisert som helse- eller miljøfarlig, men det er heller ikke spiselig. Alun kan lett forveksles med sukker. Dersom du får mistanke om at barn kan ha prøvesmakt, så gi rikelig med vann fordi alun generelt er irriterende. Av samme grunn så anbefales skylling av hendene etter eventuell berøring med alun. Ved farging med lav er beising unødvendig.



# PLANTEFARGING

## Plantefarging Oppskrift og tips for farging av ullgarn og ull

Under følger en generell oppskrift på farging av garn, men dette er en ypperlig anledning til å praktisere foskerspireaktiviteter. La elevene stille spørsmål og komme med hypoteser om hva slags planter de kan bruke og hvilken farge det gir. Resultatet av utprøvingen bør systematiseres og presenteres, for eksempel i en rapport eller et skjema.

### Oppskrift

- 100 gram ullgarn eller ull
- 100 gram tørkede planter eller 400 gram nyplukkete planter
- 16 gram alun
- 5 liter vann

### Forarbeid med garnet

Del opp garnet i mindre hesper. Bind løst rundt hespen med bomullstråd på fire steder som vist på bildet, og lag to løkker med lange ender som kan festes til håndtakene på kjelen. Bomullstråd farges ikke særlig mye og gjør det lett å finne tråden etter farging.

### Beising og farging

Løs opp 16 gram alun i ca en liter varmt vann og rør til alunet er oppløst. Tilsett ca 4 liter vann og legg oppi plantematerialet. Varm opp til ca 90 °C og kok fargesuppen i ca en time. Sil fargeløsningen gjennom et dørs slag og over i en annen kjele. Avkjøl løsningen til ca 40 °C og legg i garnet. La garnet ligge ca en time. Skyll deretter garnet godt. Heng opp hespen og la den tørke.

### Noen forslag til hva garnet/ulla kan brukes til

Lag en naturvev ute i skogen eller en mindre variant inne (trollvev). Garn og ull kan brukes til å lage vakre bilder på naturvev, vi kan bruke garnet til å strikke et dokketeppe eller vi kan tove kyllinger.

### Praktiske tips

Framgangsmåten som er beskrevet er enkel. Du får bedre resultat om dere beiser garnet først og deretter lager fargesuppe. Garnet blir matt hvis det utsettes for raske endringer i temperatur.

### Utstyr

- ubleket, vasket ullgarn eller ull
- vaskemiddel for ull
- kjeler av rustfritt stål eller emalje eller en jerngryte over bålet ute
- bomullshyssing/bomullsgarn
- saks
- stort dørs slag
- vekt
- termometer (1-100 grader, gjerne spesialtermometer med beskyttelse)
- litermåll
- beisemiddel (alun)
- rørepinner
- planter, bark, sopp eller lav



Hespe med lure bomullstråder.



# PLANTEFARGING



Naturvev fra Kunnskapsbyen barnehage. Her sees ramme og renning godt. Renningen behøver ikke være så tett.



Trollvev. Det er lurt å bore hull i stokken/pinnene for å tre renningen i gjennom. Da er det stødig og godt å veve for barn. Renningen trenger ikke være tett. Alternativ: Slå inn små spiker eller sag spor og heng gjerne opp veven når barnet vever.

Det er en god regel å ha egne plantefargingskjeler. Da får verken eventuelle giftige planter eller dårlig rengjøring uønskede konsekvenser.

Plantefarging egner seg godt til utedager i barnehage og skole. Utendørs er det praktisk med en jerngryte over bålet. Da kan jernet virke som beis og endre fargen. Det går an å farge litt garn i stormkjøkken, men da kan vi ikke bruke beis fordi aluminiumet ikke tåler beismidlet, det tæres opp. Bruker dere lav som fargestoff, er beising unødvendig.



Lager dere garn med mange forskjellige farger, kan dere lage ark med fargeprøver. Informasjon og bilde av planten kan stå på samme ark. Votten er strikket av Marte fra Steinkjer.

Fargesuppen kan også brukes til å farge papir. Legg for eksempel makulert papir i vann et døgn tid, riv det i mindre biter eller kjør det i hurtigmikser. Bland det med fargesuppen og lag papir ved å bruke myggnetting av metall i en ramme, som papirsuppen siles igjennom.

## Kilder

Avkjern, Eva, 2002. Direkte farging med lav og bark I *Våre Nytevekster* 2002:3-4

Gunneng, Grethe 1994. Plantefarging med barn i *Norsk Husflid* 1994:2

Haugland, E. 1989. *Plantefarging*. Oslo: Landbruksforlaget

Schjøllberg, E. 1998. Fargene og vi. II. Plantefargene. I *Naturen* 1998:3

Mørkved, Brynhild og Torkelsen, Anna Elise, 2000. Sopp til farger og papir. Nytevekstforeningen [www.soppognytevekster.no](http://www.soppognytevekster.no)  
Datablad for alun: [http://kptnaturfag.no/filbibliotek/HMSdatabl/Datablad\\_1341](http://kptnaturfag.no/filbibliotek/HMSdatabl/Datablad_1341)



## TETTEGRAS

# Tettegras

**Darwin er mest kjent for sin evolusjonsteori, men hadde også mange andre faglige interesser. I siste del av livet var han mest opptatt av planter, og fordypet seg blant annet i orkideer, slyngplanter og insektetende planter.**

Interessen for insektetende planter resulterte i boka *Insectivorous plants* (1875), som kan leses med stort utbytte den dag i dag. En av plantene han arbeidet med, var tettegras.

Tettegras *Pinguicula vulgaris* har en vid utbredelse i Europa, Asia og Nord-Amerika. I Norge finner vi planten på fuktige steder over det meste av landet, i Jotunheimen opp til 1600 meters høyde. Arten er meget iøynefallende og kan vanskelig forveksles med noen andre arter. Bladene sitter i rosett ved grunnen og er lysegrønne og slimete og fanger insekter som planten fordøyer. Den lysegrønne fargen kan tolkes som en tilpasning til levesettet. Med insekter som attåtnæring er planten mindre avhengig av klorofyll. Blomstringen skjer på forsommeren med én eller to blåfiolette blomster i toppen av en lang stengel (Se foto til høyre).

### Bladsekretet

Bladene er dekket med slim og virker som fluepapir. Slimet skilles ut fra langstilkete kjertler som sitter som små knopper på oversida av bladene. Mellom disse er det andre kjertler som skiller ut fordøyelsesenzymer som blander seg med slimet. Insektene blir åpenbart tiltrukket av de glinsende bladene og setter seg fast i slimet og blir kvalt. Etter at enzymene har gjort sitt, blir nedbrytingsproduktene absorbert av de samme kjertlene som utskiller enzymer. De såpeglatte bladene har gitt planten både vitenskapelig navn (lat. *pinguis* = feit) og nasjonale navn (*vibefedt* på dansk, *butterwort* på engelsk, *Fettkraut* på tysk, *grasette* på fransk). På norsk har navn som *fettstjerne* og *feitegras* vært brukt, og nord-samiske navn er *alitdohpi*, *vuodjalasta* eller *alitvuodjalasta* (*alit* = blå, *dohpi* = klebrig, *vuodja* = smør, *lasta* = blad). Bladene har vært anvendt i folkemedisinen, blant annet til å smøre sprukne spener hos husdyr og som middel mot ringorm og vorter.



Tettegras i blomst

## TETTEGRAS

**Tettegras som ”melkeplante”**

Merkelig nok har den folkelige tradisjonen oversett at tettegras er insektetende. Dette ble ikke oppdaget før på slutten av 1700-tallet. Derimot er det en annen egenskap som har vært kjent fra de eldste tider. På grunn av proteinspaltende enzymer er tettegras i stand til å løype melk, dvs. felle ut ostemassen. Dette er en egenskap som har vært kjent og utnyttet over store deler av Europa og som har gitt planten navn som *caille-lait* på fransk, *earning-grass* på engelsk, *thickening-grass* på skotsk, *lyfjagras* eller *hley-pisgras* på islandsk og *tettegras* eller *kjesegras* på norsk. Alle disse navnene har med løype å gjøre. Virkningen er meget iøynefallende og har gitt planten ry av å ha nærmest magisk virkning på melk. ”Naar den kommer Melken nær, skal den gjøre, at den løber sammen; men man driver det vel for vidt, naar det paastaes, at Melken løber, naar kun Bøtten settes over paa Marken” heter det i en beskrivelse fra Færøyene fra 1782. I Skottland mente de at det var nok å legge planten i melkesilen for at melka skulle koagulere. Dette er et vandremotiv som vi finner allerede hos den greske legen Dioskorides (1. århundre e.Kr.) og som opprinnelig var knyttet til gulmaure. En plante med slike ekstraordinære krefter måtte selvsagt også kunne brukes på andre måter i melk. På Vestlandet kalte de planten *mjølkekross* og la bladrosetten i bøtta første gang de melket kyrne om våren. Det skulle gi rikelig med smør til sommeren. Den mest utbredte forestillingen har likevel vært at det skulle være mulig å lage tettemelk med tettegras. Dette er en forestilling som ennå er vanlig.

**Tettegras og tettemelk**

Tettemelk er en nordlig form for kulturmelk og bare kjent fra Norge, Sverige og Finland. Det mest karakteristiske ved produktet er konsistensen. ”... bliver så segt att man kan draga henne som en sträng från den ena väggen till den andra” skreiv Linné. Som andre former for kulturmelk, framstilles tettemelk ved å pøde melk med bestemte mikroorganismer. Det skjer ved å tilsette en slump tettemelk fra en tidligere produksjon. I tillegg skulle det etter tradisjonen være mulig å lage tettemelk ved å legge tettegras i melkesilen (Sverige) eller i melkekollen (Norge). Også Linné gikk god for denne tradisjonen, og i *Flora lapponica* (1737) forteller han at ”nägra färska, nyss plockade *Pinguicula*-blad, af hvilken art som helst, läggas i en sil, och den nyss mjölkade, ännu ljumma mjölken hällas däröfver”. Når han skriver ”af hvilken art som helst”, betyr det både tettegras *Pinguicula* og soldogg *Drosera*. Begge slektene het *tätgräs* på svensk og ble ofte blandet sammen systematisk. I 1899 kunne imidlertid den svenske bakteriologen Gerda Troili-Petersson slå fast at den seige konsistensen skyldtes spesielle slimdannende bakterier som lever i tettemelk. Disse har ikke vært mulig å påvise på tettegras,

og allerede på begynnelsen av 1900-tallet hevdet bakteriologen Olav Sopp at forestillingen om tettemelk fra tettegras måtte være overtro. Dette har seinere blitt bekreftet eksperimentelt mange ganger.



**Dvergtettegras.** Hos denne arten er blomsterstengelen tydelig håret (jfr. det vitenskapelige artsnavnet *villosa* = dunhåret).

# TETTEGRAS



Det er flere teorier om hvorfor tettegras har vært forbundet med tettemelk. Noen har pekt på likheten mellom tettemelk og de slimete bladene til tettegras og forklart tradisjonen som likhetsmagi. Andre har vist til de like navna. Sjøl tror jeg vi må se til Island for å forstå sammenhengen. Der har de et tradisjonelt surmelkprodukt som heter *skyr* (= skjør). Skyr har vært framstilt i to hovedformer: ukonsentrert skyr og konsentrert skyr der mysen er silt fra. I dag er konsentrert skyr enerådende og regnes som Islands nasjonalrett. I denne er ostemassen utfelt med løype. Før syntetisk løype kom i bruk, brukte de løype fra kalvemage eller fra magen til lam, men gamle beskrivelser fra 1700-tallet nevner også tettegras. Skandinavisk tettemelk har mange likhetstrekk med skyr, og har som skyr vært framstilt i ukonsentrert form og i konsentrert form der ostemassen var utfelt med løype. Den konsentrerte formen het *settmelk* og var i bruk til 17-1800-tallet. I dette produktet kan tettegras ha hatt en reell funksjon, på samme måte som i skyr. Tettegras ble imidlertid tidlig erstattet av mer virkningsfull kalveløype. Dermed har tettegrasets rolle blitt glemt og misforstått. Siden kan tettegras ha fulgt med som kulturrelikt i tettemelk, godt hjulpet av navnet, de magiske forestillingene rundt planten og likheten med det seige produktet.

## Fjelltettegras

### Fjelltettegras og dvergtettegras

I tillegg til vanlig tettegras, vokser to andre tettegrasarter i Norge. Fjelltettegras *P. alpina* ligner tettegras, men blomstene er kvite med gul underleppe og svelg. Fjelltettegras stiller større krav til jordsmonnet enn vanlig tettegras, og er kalkelskende. Utbredelsen er bisentrisk, med et område i fjellet i sør og et større område i nord.

Dvergtettegras *P. villosa* skiller seg mer ut fra de andre artene. Som navnet tilsier, er den bitte liten og vanskelig å få øye på. Den opptrer heller aldri i noe stort antall, så den kan være vanskelig å oppdage. Linné fant den for eksempel bare én gang under sin lapplandsreise i 1732, enda arten vokser i hele området han botaniserte i. Utbredelsen er sirkumpolar, men hos oss er de en østlig art og mest vanlig i grensetraktene mot Sverige. Her vokser den nesten utelukkende på torvmosetuer, særlig tuer av rusttorvmose. Dvergtettegras blomstrer i juli med en enkelt bleikflolett blomst i toppen av en håret stengel.





## Elevaktiviteter med tettegras

**De fleste barn synes det er spennende med insektetende planter, og tettegras er en egnet art å eksperimentere med.**

1. Start for eksempel med å la barna legge seg ned på magen og kjenne på de glatte blada og studere insektene som sitter fast. De fleste insektene er små. Hvor store er de største? Tell hvor mange det er. Darwin gjorde det samme og fant gjennomsnittlig 4,4 insekter per blad på tettegras fra Wales. Med lupe er det mulig å se de slimproduserende kjertlene som sitter som små knopper over bladet.

2. Darwin forsøkte å "mate" tettegras med insekter og andre godsaker. I ett av forsøka la han dråper med melk på blada. Etter tre timer var melka skilt i ostestoff og myse, og etter ytterligere 20 timer var ostestoffet absorbert. Dette forsøket er lett å etterprøve. Bruk en dråpeteller for å avsette melkedråpene (se foto under).

3. En annen måte å studere tettegrasets koagulerende virkning på, er å legge noen blad i et reagensrør med melk. Hurtigst går det i et lite reagensrør. Etter tre-fire timer har melka løpt sammen til en fast propp (se foto til høyre).



Her ser vi en etterprøving av Darwins forsøk på et tidlig stadium. Melka har begynt å skille seg i ostestoff og myse.



Tettegras i melk etter tre timer ved romtemperatur. Ikke rart at tettegras har hatt ry av å ha nesten magisk virkning på melk.



## BLÆREROT

# Blærerot

**Det er 6 norske arter blærerot *Utricularia* sp. Plantene har navnet sitt etter små fangstblærer på de sterkt flikete bladene. Alle har gule, én-symmetriske blomster. De vokser fuktig, fire i vann og to som oftest i myr og sump.**

Dette er flerårige planter. De overvintrer som tettbladete, knoppformete skudd, såkalte *turioner*. Mange blomstrer bare i varme somre. Blærerøtter er svært spesialiserte. De har ikke som hos planter flest, inndeling i røtter, stengel og blad, men er som oftest frittflytende, grønne vaser. Det kan være vanskelig å si hva som er stengel og hva som er blad. Bortsett fra den aller første lille kimrota mangler de ordentlig rot – bortsett fra den i navnet.

Ellers er navnet talende for det peker på et karakteristisk trekk ved slekta, nemlig fangstblærene. De sitter som regel ved basis av de smale bladavsnittene, hos noen arter på egne småskudd slik det typisk er for gytjeblårerot. Blærene har undertrykk som gjør dem til avanserte, dråpeformede feller for små vanddyr. Hvis ei vannloppe er så uheldig å komme i nærheten av den lille utløsermekanismen (ofte små hår), slår en klaff innover og det lille dyret suges inn gjennom åpningen og fanges. I sitt uovertrufne verk *Norges Planter* fra 1960 skriver Knut Fægri om blærene på en morsom måte:

*”Løfter man et blærerotskudd opp av vannet, tikker det som en hel urmarkerbutikk. Undertrykket i blærene utjevnes etter som dørene smekker opp; i luft er nemlig ventilene ikke effektive.”*

Fordi de fanger små vanddyr kaller vi blærerøtter for ”kjøttende planter”. Nå kan vi trygt si at det er en mild overdrivelse. Det er ikke mye kjøtt på ei vannloppe. I floraer er egenskapen varsomt uttrykt som at planten *kan fange smådyr som tilleggsnæring*. Fægri påstår likevel at en 2,2 m lang plante av storblærerot innholdt rester av 150 000 smådyr, så kanskje er det riktig at det animalske næringsstilskuddet er et viktig trekk ved planten.

På verdensbasis er slekten som planten tilhører, *Utricularia*, ei stor og vidt utbredt slekt med rundt 220 arter. Alle de norske

artene har gule blomster, men det finnes arter med nesten alle tenkelige blomsterfarger. I norsk sammenheng kan vi ha inntrykk av at dette første og fremst er vannplanter, men globalt sett er hele 80 % tropiske epifytter eller rosettplanter som vokser i skogbunn eller på steppe.

### De 6 norske artene

Har man lært seg navnet på én av de norske blærerøttene, er det ikke vanskelig å gjenkjenne slekta hvis man finner én av de andre. Artsbestemmelse kan derimot være vrient, og det er nesten umulig uten blomster. Det er to artspaar som er spesielt vanskelige (stor- versus vrang-, og mellom- versus sump-), mens to arter er enkle (små- og gytje-).

- Først de enkle: små- og gytje-

#### Småblærerot *U. minor*

Denne lille blærerota vokser mest i bløt myr, men kan også trives i grunt vann. Den er ikke næringskrevende, og mini-størrelsen er i seg selv ofte nok til å bestemme arten. Som eneste norske art har den bladavsnitt uten tenner i kanten (lupekarakter). Småblærerot er funnet spredt over det meste av landet, til like over skoggrensen.

#### Gytjeblårerot *U. intermedia*

Arten vokser av og til på løs bunn i grunt vann, men som navnet sier, er det vanlige habitatet gytjeflekker. Den kan også vokse i fuktige søkk langs sti og vei eller i sump. Planten er påfallende grasgrønn og helt flat. Den ligger klask på bakken. Blærene sitter på egne, rotlignende blæreskudd nede i dynnet. Når den vokser i vann, sitter også fangstblærene på egne småskudd. Den er vanligst i sør, men er funnet nordover og østover, helt til Porsanger og Sør-Varanger.

# BLÆREROT



**Utricularia vulgaris.** Foto: Hans Hillewaert.  
This file is licensed under the Creative Commons, Wikipedia

- Så artsparet: stor- versus vrang-  
**Storblærerot *U. vulgaris***

Som navnet sier, er dette den største av de norske *Utricularia*-artene, og den vanligste. Storblærerot liker seg best i ganske næringsrikt vann. Her kan du dra opp store vaser av planten. Skuddene kan bli meterlange, og er tett i tett besatt med blærer. Underleppa på blomsten har nedbøyde kanter og fruktskaftet er også nedbøyd og strekker seg ikke etter blomstring. Dette skiller den fra vrangblærerot.

### **Vrangblærerot *U. australis***

Dette er dobbeltgjengeren til storblærerot. Det er altså en ganske stor og grov plante. Den er svært sjelden og med sikkerhet bare funnet 10 steder i Norge, spredt på nedre Østlandet og sørvest til Arendal. Det er to ytre trekk som skiller den fra storblærerot. For det første har underleppa som oftest ikke sterkt nedbøyde kanter. Derfor har blomsten preg av å ha en flat og temmelig stor underleppe. Etter blomstring strekker fruktskaftet seg og peker svakt oppover; det blir ikke nedbøyd som hos storblærerot.



Blærene på Blærerot har en utløsermekanisme. Når små dyr kommer nær denne, slår en klaff innover, og det lille dyretsuges inn gjennom åpningen og fanges. Foto: Anders Often.

- Tilslutt de to mest vriene: mellom- versus sump-  
**Mellomblærerot *U. ochroleuca* og sumpblærerot *U. stygia***  
er vanskelig å skille. Begge er halvstore arter. De vokser som oftest i grunt vann, gjerne i myrsig. Begge artene finnes mest i lavlandet i Sør-Norge og langs kysten nord til Trøndelag. Mellomblærerot er i tillegg funnet en gang isolert i Kautokeino. Denne arten er alt i alt litt mer østlig og kontinental enn sumpblærerot som har vestlig tendens.

De to artene minner litt om gytjeblererot. De har også egne skudd med blærer, men blæreskuddene er spredt besatt med blad, og det er spredt med blærer på bladskuddene. Mellomblærerot og sumpblærerot er altså en mellomting mellom de to store blærerøttene og gytjeblererot.

Men hvordan skiller vi dem? Mellomblærerot har lysegul krone, sumpblærerot svakt rødgul. Den første er litt mer vanntilknyttet, den andre vokser også stedvis i sump. I tillegg til dette brukes en temmelige vrien karakter. Ser vi på fangstblærene i sterk lupe eller mikroskop, oppdager vi innvendig små korsformede og gjennomskinnelige hår. Disse såkalte *kvadrifidene* har ulik sprik. Hos mellomblærerot spriker de korte armene 140-200 grader; hos sumpblærerot 50 til 100 grader – i sannhet bare et kjennetegn for folk som går blærerøttene tett inn på livet.



## SOMMERKOLE

# På sommerskole i Canada -for å lære mer om undervisning i økologi og evolusjon



På ekskursjon med Dr. Lawrence Harder. Tema var hvordan plantene har utformet blomsten sett i lys av evolusjonen.

### Bakgrunn

Ved Høgskolen i Hedmark, Avdeling for lærerutdanning og naturvitenskap, er vi seks faglig ansatte knyttet til prosjektet "Bedre læringsstrategier i realfag". I prosjektet samarbeider vi med Nes kommune i Akershus og realfagdidaktikere ved Universitetet i Alberta, Canada (prosjektet vårt er presentert i NorDiNa 4(2), 2008). Sommeren 2008 var jeg så heldig å bli invitert til å delta på "Summer Institute in Biology Education", et kurs over ti dager på feltstasjonen Barrier Lake i Kananaskis Valley ved foten av Canadiske Rocky Mountains, 80 km vest for Calgary. Sommerskolen blir arrangert hvert år i et samarbeid mellom Universitetet i Alberta og Universitetet i Calgary og er en møteplass for biologilærere i high school, forskere i biologi og lærerutdannere (naturfagdidaktikere). Denne sommeren deltok 15 biologilærere fra Canada og fire aktive forskere innenfor økologi og evolusjon ved universitetet i Calgary. Kurset ble ledet av de to naturfagdidaktikerne: Mike Mappin fra Universitetet i Calgary (leder av feltstasjonen) og Dr. Susan Barker, fra Universitetet i Alberta.

### "Connecting Research and High School Biology Teachers"

Selv om lærere og forskere arbeider på forskjellige arenaer, skal de forvalte den samme forskningsbaserte kunnskapen. Hensikten med sommerskolen ved Barrier Lake er å gi biologilærerne muligheten for å arbeide sammen med forskere og få innsikt i nyvinningene innenfor forskningen i økologi og evolusjon. I Canada er oppfatningen at behandlingen av enkelte økologibegreper i high school-pensumet trenger fornyelse og at læringsmaterialet er utdatert; det gjelder for eksempel suksesjon, næringsnett og en del av miljøemnene. Sommerskolen fokuserer derfor på aktuelle begreper innenfor økologi og evolusjon, og tar sikte på å skape et nært forhold mellom forskningen og praksisen i klasserommet.

### Populasjonsdynamikk og evolusjon – "taking it back to the classroom"

Temaet sommeren 2008 var populasjonsdynamikk og evolusjon. Sammen med aktive forskere fikk deltagerne arbeide, både i felt og seminarrom, med ny økologisk kunnskap. Lærerne gjorde seg kjent med moderne forskningsmetoder og diskuterte hvordan stoffet kan brukes i biologiundervisningen i high school. Hvordan kan ny kunnskap bli oversatt og tilpasset effektive, skolebaserte aktiviteter? Det ble lagt vekt på den betydningen praktiske aktiviteter i egnede uteområder har for en vellykket økologiundervisning.

Ved siden av faglig påfyll, i form av forelesninger og ekskursjoner, var det avsatt rikelig tid til refleksjon og arbeid med didaktiske og metodiske emner.

### Eksempler på faglige emner

- Evolusjonen som prosess og Darwins evolusjonslære som naturvitenskapelig teori
- Naturlig seleksjon og artsdannelse hos planter

# SOMMERSKOLE OM EVOLUSJON

- Populasjonsdynamikk og evolusjon hos jordekorn og andre småpattedyr i Rocky Mountains
- Utbredelse, isolasjon og artsdannelse hos apollosommerfugl i dalsidene – ”The evolution at work”
- Evolusjonsmessig betydning av selektiv ”trofé-høsting” på Bighorn Sheep – ”The genetic footprint of selective harvesting of wildlife”

## Eksempler på naturfagdidaktiske emner

- Hvordan er evolusjon behandlet i læreplanen for biologi i high school?
- Konstruktivistisk tilnærming til undervisningen i evolusjon
- Hvorfor er evolusjonsforskningen relevant for lærere i biologi?
- Hvordan klarer vi å gjøre evolusjonsforskningen relevant for elevene i high school?
- Betydningen av å bruke et presist og godt språk når vi underviser i evolusjon

## Eksempler på praktiske gruppeoppgaver

- Lag en logo, et symbol, som uttrykker **essensen** i evolusjonen og presenter forslaget for de andre.
- Lag et tankekart over evolusjon som du vil bruke i undervisningen din (dette var en gjennomgående oppgave i de ti dagene som sommerskolen varte)
- Presenter vanlige misoppfatninger om evolusjon som du har møtt blant elevene dine
- Lag en videofilm på 5-10 minutter som du kan bruke i undervisningen din der en av forskerne som har undervist på sommerskolen spiller hovedrollen. I videoen skal du presentere et aktuelt tema innenfor økologi og evolusjon. Begrunn **hvorfor** du vil bruke videoen, på **hvilket trinn** du vil bruke den, **når** du vil bruke den, på **hvilken måte** vil du bruke den i undervisningen.
- Lag et nyhetsoppslag (videofilm, pressemelding, Power-Point presentasjon) der du presenterer noe av det du har lært på sommerskolen innenfor evolusjonsbiologien, og som kan vekke interesse blant folk flest
- Ta for dere en aktuell artikkel i evolusjonsbiologi, les den, reflekter over innholdet, lag en oppsummering av innholdet og del den med de andre!

## Evolusjon – ikke et uproblematisk emne i high school i Canada!

På Naturfagkonferansen høsten 2008 holdt professor Nils Chr. Stenseth foredraget ”Darwins evolusjonslære før og nå”. Han slo fast at Darwin fortsatt ikke har noen sentral plass i dagens norske skole og minnet oss på kampen om ”Darwin i skolen” som

fant sted i Norge i 1985-86. Det ble full seier for evolusjonslæren i skolen den gangen. Stenseth ga også glimt fra antievolutjonskampen som stadig pågår i USA, anført av konservative og dogmatiske kristne. I 2005 var det bare 40 % av amerikanerne som trodde at mennesket har utviklet seg fra tidligere dyrearter. På sommerskolen fikk vi høre at det i Canada er et økende antall mennesker som mener at det ikke har skjedd noen evolusjon. Dette er en utfordring for lærere i biologi! Dr. Lawrence Harder, en av foreleserne, presenterte undersøkelser av moderne lærebøker og viste eksempler der ”evolusjon” ikke er eksplisitt definert og finnes ikke i stikkorderegisteret! Heller ikke i provinsen Albertas læreplan i biologi har evolusjonen fått den plassen den burde ha. I stedet for ordet ”evolusjon” blir uttrykk som ”forandringer i populasjoner” foretrukket. Det har også vist seg at misoppfatningene florerer i lærebøkene.

## Er ute-undervisningen på vei ut i Canada?

Flere naturfagdidaktikere er bekymret over at i mange land er ute-undervisningen i naturfaget redusert de siste årene. Selv om sommerskolen bød på en god veksling mellom naturstudier ute og bearbeiding inne, er mitt inntrykk at det i Canada blir mer og mer sjelden å være ute i naturfagtimene. Jeg fikk presentert mange grunner til det: Naturen byr på trusler som rovdyr (grizzlybjørn), giftige slanger og insekter. Det kan skje ulykker. Når barna er utenfor skoleområdet kan det være fare for kidnapping. Transport av elevene er et problem. Hvem har ansvaret om noe går galt? osv. osv. I tråd med dette er pensumet i grunnopplæringen preget av mye ”inne-biologi” og den generelle naturkunnskapen, for eksempel kjennskap til vanlige plante- og dyrearter, er dårlig. Jeg synes vi i Norge må lære av dette; vi på holde på og videreutvikle våre gode uteskole-tradisjoner og fortsatt legge vekt på den feltbaserte naturkunnskapen!

## Et lærerikt opphold

Oppholdet på sommerskolen ga meg god innsikt i hvordan det arbeides med naturfagundervisningen i Canada. Jeg erfarte at det er en meget bevisst satsing på å bringe forskningen i biologi nær praksisen i klasserommet. Møtet mellom lærere, forskere og naturfagdidaktikere viste seg å være fruktbart. Vi hadde glede av grundige didaktiske og metodiske diskusjoner om pedagogisk tilrettelegging av biologistoffet. Både i løpet av sommerskolen, men også fra andre besøk i Canada, har jeg fått inntrykk av at de canadiske lærerne er bevisste og godt trent i å reflektere rundt læreplaner, læreboktekster og metodisk tilrettelegging. Det er betimelig å spørre om ikke den profesjonelle holdningen til didaktikk og undervisning er en av grunnene til de gode PISA-resultatene blant elever i Canada.

## TUR TIL NORDVEST-PASSASJEN



# Tur til Nordvest-passasjen i Canada

**2007-2008 var Det internasjonale polaråret. Vest-Telemark vidaregåande skule vann ein konkurranse mellom dei vidaregåande skulane i Noreg om å få sende ein elev og ein lærar til Nordvestpassasjen. Grunnen til at vi vant, var at vi arrangerte ein polar-camp der dei fleste elevar og lærarar ved skulen var med.**

Eleven som vart trekt ut til å representere skulen vår, var Marit Haugen frå Vinje. For å få høve til å taka del i konkurransen, måtte eleven vise interesse for klimaendringar og dugleik i real-fag. Ein lærar og ein elev frå Sverige, Skottland, Tyskland og tre elevar og ein lærar frå Canada utgjorde gruppa vi skulle reise saman med på "Schools on Board International Field Programme 2008", som er organisert frå University of Manitoba i Canada.

Den 12. april 2008 kom vi oss endeleg av garde. Turen var veldig lang og vi reiste med fly Oslo-Frankfurt-Toronto-Winnipeg-Edmonton-Yellowknife-Inuvik. I Inuvik, som ligg ved utløpet av Mackenzie river nær grensa mellom Canada og Alaska i nord, fekk vi møte representantar for inuit-folket og besøke den vidaregåande skulen. Gjestene vart varmt tekne imot og elevane våre fant fort tonen med dei lokale ungdomane. Inuitane fortalde at dei hadde sett store endringar i naturen etter at det har blitt varmare klima dei seinare åra. Dei kunne nemne mange nye dyr, fuglar, planter og insekt som dei ikkje hadde sett tidlegare, og dei hadde problem med jakta på grunn av dårlege istilhøve. Det var og eit aukande problem med erosjon og jordras der permafrosten tina. Elles hadde Inuvik mange av dei same problema som vi slit med i Vest-Telemark med nedgang i folketalet og utflytting av ungdom. På den vidaregåande skulen fekk vi vere saman med elevane i ein time og diskuterte klimaproblema og mogelege løysingar.

Etter to dagar i Inuvik drog me vidare til Isbrytaren Amundsen som låg fastfrosen i isen rett sør for Banks Island i Amundsen-stredet. Turen med Twin Otter ut til skipet var spesiell, då vi flaug nokså nær isen utover havet. Vi kunne sjå at nordpolisen som

roterar, stadig braut seg laus frå den fastfrosne isen langs land, og det vart danna ein mosaikk av råker. Etter nesten to timar såg vi endeleg isbrytaren under oss. Vi sirkla ein gong rundt skipet før vi landa på isen. Vel nede vart vi møtt av hyggelege folk som frakta oss bort til skipet med snøskuter. Den fyrste kvelden gjekk med til å innlosjere seg, få informasjon om tryggingstiltak om bord og å få utdelt overlevingsdrakt.

Dei neste dagane var hektiske med førelesingar om morgonane, øvingar inne på laboratoria om bord eller ute på isen og arbeid med rapportskriving og oppsummering på kvelden. Vi var innom ein rekkje forskjellige fagfelt då forskarane studerte både sediment, vatn, is, snø, atmosfære og dei levande organismane i desse ulike miljøa. Eit viktig tema for forskarane var utbreinga og tjukkeleiken til havisen. Dei kunne stadfeste at isen hadde blitt både tynnare og mindre i utstrekning dei seinare åra.

Til å måle istjukkleik brukte forskarane helikopter som dei flaug ca 5 meter over isen med. Dei fleste elevane fekk bli med på ein slik tur (ca 2 timar). Marit var ein av dei, og ho var heldig og fekk sjå isbjørn. I tillegg var det mykje sel å sjå. Forskarane målte og innhaldet av ein rekkje ulike miljøgifter i prøvene dei tok. Også her langt frå folk er det store mengder farlege miljøgifter i organismane. Særleg utsett er dei artane som lever høgt oppe i næringskjeda slik som sel og isbjørn.

Livet om bord på isbrytaren var varmt og triveleg, og det stod i skarp kontrast til den kalde polarlufta og isaudet utanfor. Vi fekk god mat og det var ei hektisk, men triveleg stemning om bord. Dei fleste av mannskapet var fransktalande canadiarar og dei

## TUR TIL NORDVEST-PASSASJEN



**Natalie Snape Canada, Erin Collin Canada, Marit Haugen Norge, Paulina Andersson Sverige, David MacFayden Skottland og Stephen Koch Tyskland. Foto: Gunnar Sandvik**

var ute på båten seks veker i strekk. Forskarane var frå "heile" verda, snakka engelsk og skulle rekke svært mykje på dei seks vekene dei var om bord. Det var om å gjere å samle mest moglege prøver som dei kunne ta med seg heim og analysere. Medan vi var om bord sprakk isen opp midt under ein ishockeykamp ute på isen, og flyplassen blei delt i to! Alle måtte forte seg å ta prøvetakingsutstyret sitt om bord i båten. Då alt var om bord, reiste vi til ein ny stad der båten kunne fryse fast att. Så var det for forskarane å setje utstyret sitt ut på isen og lage ny flyplass. Dei hadde tapt ein del tid, men slik er det å forske i ishavet.

Elevane arbeidde hardt under heile opphaldet og målet var ein presentasjon dei skulle halde for elevar på ein vidaregåande skule i Winnipeg. Då vi kom dit, var det 3-400 elevar som venta på oss. Våre elevar vart mottekne på ein einestående måte, og dei fekk applaus kvar gong dei hadde framført ein del av presentasjonen sin! Bortsett frå litt dataproblem gjekk framføringa veldig bra, og det var ein letta gjeng som kunne ta fatt på avskjedsfesten før vi alle reiste heim att neste dag. Vi hadde ein veldig lærerik og triveleg tur som vi takkar Canada og Polaråret for.

Det internasjonale polaråret 2007-2009 har involvert minst 50.000 forskere og teknikere fra vel 60 land. Dette gjør Polaråret til det største internasjonale forskningsprogrammet noensinne. Norge og norske forskere yter vesentlige bidrag.

Utdanning er integrert i Polaråret, og mange norske elever har blitt involvert i ulike polare prosjekter med økonomisk støtte fra Polaråret. Elever og lærere har deltatt på ulike tokt og kurs, og tilbakemeldingene uttrykker stort læringsutbytte.



**Marit Haugen borar med iskjernebor. Foto: Doug Barber.**

# ROMKOFFERT

## Romkofferten

### – måleinstrumenter for overvåking av romværet

**I forbindelse med Polaråret ble det utviklet en koffert med enkle og robuste måleinstrumenter som brukes i romforskning. Nå er den klar for Astronomiåret! Målgruppen er elever på ungdomstrinnet og videregående skoler.**

Prototypen til kofferten er utviklet i forbindelse med Polarårprosjektet IPY-ICESTAR ved Universitetet i Bergen. I samarbeid med Kjartan Olafsson ved Universitetet i Bergen har NAROM (Nasjonalt senter for romrelatert opplæring) gjennom undervisningsprosjektet PolarEduSpace tilpasset kofferten og tilrettelagt nettbaserte aktiviteter. Bruksanvisning for instrumentene og forslag til observasjoner følger med i kofferten.

Romkofferten inneholder en samling av instrumenter for observasjoner av sola, romværet og stråling i omgivelsene. Utstyret er dermed vel egnet for bruk i Astronomiåret. Kofferten inneholder instrumenter og utstyr som er kostbart for skoler å skaffe selv. I kofferten ligger det et solteleskop for å se på solflekker og utbrudd fra sola, og det kan brukes til å ta bilder med. Det er også en sunspotter for å se på solflekker, et magnetometer for å måle magnetiske forstyrrelser, og to typer spektroskop for å studere fargesammensetningen i lys fra forskjellige lyskilder, for eksempel nordlys. Prototypen av kofferten inneholder i tillegg en geigerteller, et digitalt speilreflekskamera med fiskøyelinse for fotografering av nordlyset, et stativ, en GPS-mottaker og en bærbar PC.

I tilknytning til Romkofferten har NAROM tilrettelagt noe teori og forslag til aktiviteter for å studere sanntidsmålinger av romværet. Her kan elever gjennom online observasjoner fra satellitter og observatorier på bakken vurdere om det er mulighet for nordlys. Denne undervisningsressursen, "Klasseromsaktiviteter – studer solvind og nordlysfenomen" finner dere på nettstedet sarepta.org. Utstyret i Romkofferten vil også brukes ved videreutdanningskurset "Verdensrom og klasserom", som NAROM vil tilby lærere og læreskolestudenter høsten 2009.

### Utlån av Romkofferten

NAROM har gått til anskaffelse av fire Romkoffertene som kan lånes ut til ungdomsskoler og videregående skoler rundt omkring i landet. To av disse koffertene finnes ved NAROM på Andøya



**-Astronauten Christer Fuglesang får demonstrert Romkofferten av Kjartan Olafsson ved feltsamling på lærere i forbindelse med Polarårprosjektet PolarEduSpace på UNIS i februar 2008.**

Rakettskytefelt, men de to andre er plassert ved Norsk Romsenter på Skøyen i Oslo.

Det er gratis å låne koffertene (de som låner betaler returporto), men det forutsetter kunnskap om bruk av aktuelt utstyr. De som allerede har deltatt på kurs på Andøya hvor utstyret har vært benyttet, vil bli prioritert for utlån. Det er mulig å låne utstyret for en periode på 3-5 uker.

Send en henvendelse til [narom@rocketrange.no](mailto:narom@rocketrange.no) dersom du ønsker mer informasjon om utlån av Romkoffert eller om Verdensrom-kurset.

Prototypen av kofferten er også tilgjengelig for utlån fra Universitetet i Bergen. Ta kontakt med [Kjartan.Olafsson@ift.uib.no](mailto:Kjartan.Olafsson@ift.uib.no) for nærmere informasjon.



# Steinspill

Et spill hvor elevene får trening i å identifisere bergarter og koble bergarter til geologiske prosesser og landskap.

Spillet er en fin oppsummeringsoppgave etter å ha jobbet litt med de tre ulike bergartstypene. Spillet finnes både i papirversjon og som interaktivt Vitenobjekt. Det finner du ved å skrive *steinspill* i "Google-feltet" på naturfag.no.


## Aktuelle kompetansemål i læreplanen


Steinspillet dekker mange aktuelle kompetansemål.

De aktuelle hovedområdene er:


- Naturfag etter 7. årstrinn (fenomener og stoffer)
- Naturfag etter 10. årstrinn (mangfold i naturen)
- Geofag 1 og Geofag X (jorda i forandring)

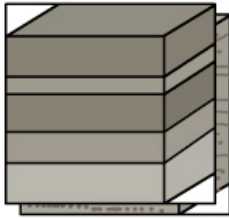
Steinspill Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen

 **Vis retting**

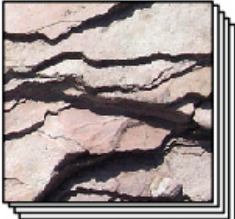
 **Start på nytt**

**Oppgavestatus:**


 **Ikke ferdig løst**




Mønster



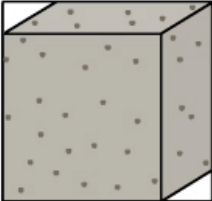
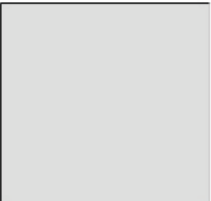

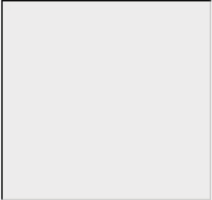
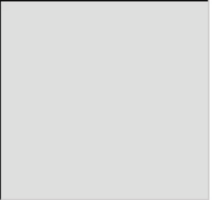

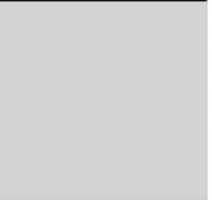

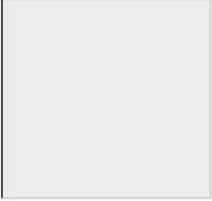
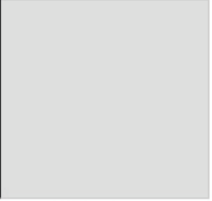
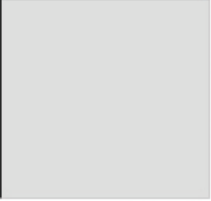


To eksempler på steiner




Landskap



Prosess

Magmatiske bergarter (prykkete stein)					
Metamorfe bergarter (stripete stein)					
Sedimentære bergarter (lagdelt stein)					


Om ressursen
Om rettigheter
Gi tilbakemelding
<> Embed / Url

# Naturfag som læringsarena for grunnleggende ferdigheter

**Naturfagsenteret og ILS (Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling) ved Universitetet i Oslo inviterer 30 lærere som underviser i grunnskolen i Oslo og Akershus til å søke på videreutdanningen *Naturfag og grunnleggende ferdigheter*. Emnet gir 10 studiepoeng. Fylkesmannen i Oslo og Akershus finansierer videreutdanningen, som er gratis for lærerne. Deltakerne introduseres til ulike undervisningsmetoder knyttet til forskerspireaktiviteter og grunnleggende ferdigheter. Studiestart er høsten 2009.**

Både når vi leser og når vi utforsker i felt stiller vi oss følgende spørsmål: Hva vil vi vite? Hva vet vi fra før? Hva tror vi kommer til å skje? Hvordan finner vi ut av det? Hvordan skal vi forstå dette? Dette er strategier vi ønsker å bevisstgjøre både hos lærere og elever. Ved at lærere klargjør for elever sammenhengen mellom *hva* de skal lære og *hvordan* de kan lære det, vil elevene bli mer bevisst sine egne læringsstrategier.

Videreutdanningsemnet er en del av forsknings- og utviklingsprosjektet "Forskerfotter og leserøtter" ved Naturfagsenteret. Det skal bidra til å implementere og konkretisere læreplanmål i Kunnskapsløftet som særlig er tilknyttet forskerspiren og grunnleggende ferdigheter i lesing og skriving. Deltakerne vil få innblikk og øvelse i praksisnær forskning. Faginnholdet vil bli brukt til å belyse sentrale fagdidaktiske prinsipper.

Innholdet i emnet er både faglig og didaktisk. Overordnet tema er "Mangfold i felt og tekst" som omfatter kompetansemål i både norsk og naturfag. Samlingene vil blant annet inneholde kritisk gjennomgang, utforsking og videreutvikling av et undervisningsmaterieell fra USA; "Seeds of Science. Roots of Reading" Erfaringsdeling mellom deltakerne er vesentlig. Samlingene foregår om ettermiddagen og et par helger.

Målet for videreutdanningen er at lærerne skal utvikle sin egen praksis. Lærerne skal utvikle konkrete undervisningsopplegg som gjennomføres på egen skole. Vårt mål er at de undervisningsoppleggene som utvikles, skal bli tilgjengelig på naturfag.no til inspirasjon for andre lærere.

**For mer informasjon se nettsidene: [www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no)  
Fra å lære å lese - til å lese for å lære!**



### Grunnleggende prinsipper er:

- Varierte læringsaktiviteter med motto: *Gjør det! Si det! Les det! Skriv det! Reflekter!*
- Bevisst veksling mellom praktiske undersøkelser og utforsking av tekst.
- Elevene lærer naturfag og grunnleggende ferdigheter samtidig og bedre enn hver for seg.

## Oppdatert Darwin

# ”Darwin – Verden ble aldri den samme.”

Dette er tittelen på boka som ønsker å heve den norske folkeopplysningen.

Det er i disse dager 200 år siden Darwin ble født og 150 år siden hans hovedverk “On the Origin of Species” ble utgitt. Dette feires blant annet med en ny, oppdatert bok om evolusjonsteoriens far.

- Det skjer hele tiden nye ting når det gjelder Darwins betydning for ulike fagtradisjoner. Det er derfor på sin plass at det nå kommer en nyskrevet bok der ulike temaer rundt Darwin og hans forskning blir tatt opp, forteller Nils Christian Stenseth. Han er leder for Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES). Sammen med Dag O. Hessen og Thore Lie står han bak boken “Darwin – Verden ble aldri den samme”.

### Opplysende

Darwins evolusjonsteori står forholdsvis sterkt i Norge, men det er allikevel mange som har et ubevisst forhold til problemstillingen om hvordan arter utvikler seg. Kreasjonistene, som hevder at verden og livet på jorda er skapt av en guddommelig makt, kan lett påvirke de som ikke vet nok om Darwins teorier. Dette er noe Stenseth vil motvirke.

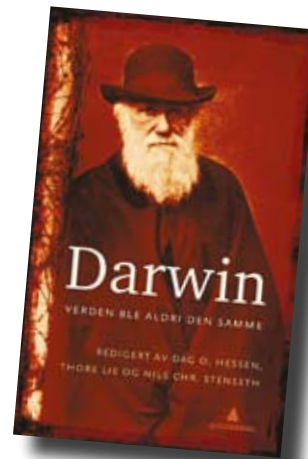
- Kreasjonisme er anti-vitenskap, mens evolusjonsteorien er rasjonell vitenskap. Det er derfor viktig at bøker om Darwin kommer ut og blir lest. Boken vi har skrevet er beregnet for et norsk marked, noe som er gjort bevisst for å bidra til opplysning av befolkningen, påpeker Stenseth.

Han legger til at Darwin-dagene ikke først og fremst består av å feire jubelanten, men å formidle kunnskap om Darwin-inspirert forskning innen ulike fagfelt.

### Personen Darwin

Jubilanten får allikevel et kapittel i boken som er viet til hans person og liv. Forsker og nestleder ved CEES, Eli Knipsel Rueness er forfatteren bak kapitlet, og for å få en mest mulig riktig oppfatning av personen Darwin har hun basert seg på skriftene Darwin selv stod bak.

- Darwins enorme innsamling av materiale og forskning gjorde ham til en fremstående vitenskapsmann selv uten evolusjonsteorien. Jeg har et inntrykk av at han var en veldig empatisk person. Han viser sympati for mennesker og dyr, og han tok klart avstand fra slaveri, forteller hun.



Redigert av: Dag O. Hessen, Thore Lie og Nils Christian Stenseth  
ISBN: 9788205390348  
407 sider  
Pris kr 399,-  
Gyldendal norsk forlag, 2009

Darwin stolte på seg selv og lot rasjonaliteten seire, selv om dette ikke var lett fordøyelig for de fleste på hans samtid.

- Darwin vokste opp i et samfunn der folk trodde Gud stod bak all skapelse. Darwin demonstrerte at dette ikke var riktig ved å gå grundig til verks med testing av sine observasjoner. Han trodde selvsagt fullt og fast på dette, og endret sitt og andres verdensbilde, sier Knipsel Rueness.

### Bredt innhold

Jan Terje Faarlund og Nils Christian Stenseth er godt fornøyd med boken “Darwin - Verden ble aldri den samme”. Boken ble påbegynt for to år siden, med tanke på at den skulle stå klar til Darwin-dagene. Stenseth forteller at alle av bokens 14 kapitler har forskjellige forfattere med ulik type forskningsbasert kunnskap.

- Alle forfatterne vi hadde håndplukket sa heldigvis ja, noe som gjør at boken har et fylldig innhold. Livssynsproblematikken, betydningen av Darwins liv og evolusjonsteori og hvordan denne teorien har påvirket ulike fagfelt som språk, økonomi og psykologi er noen av temaene vi tar opp. Det har aldri før vært samlet et så bredt Darwin-relatert innhold mellom to permer, mener Stenseth.

# Naturfag som allmenndannelse

Nylig kom den tredje utgaven av *Naturfag som allmenndannelse* ut. Denne utgaven er en gjennomgående revisjon av tidligere utgaver av boka som er betegnet som standardverket i naturfagdidaktikk. Boka brukes ikke bare i Norge, men har også en solid posisjon i Sverige og Danmark. Den brukes av lærere og i lærerutdanning, av didaktikere innen andre fagområder, av naturvitere og leses også av et interessert publikum.

Svein Sjøberg har gjennom mange år vært en profilert debattant i mediebildet når det gjelder naturfaget i skolen og utdanningspolitikk generelt. Han har stått i spissen for å bygge opp forskningsfeltet naturfagdidaktikk i Norge de siste fire tiårene. Boka gir en grunnleggende innføring i dette feltet.

Som i tidligere utgaver finner vi kapitler som forklarer, begrunner og utfordrer begrepene didaktikk og fagdidaktikk, som diskuterer naturfaglige metoder, teorier og modeller. Det er kapitler om vitenskapsteori, elevforestillinger i naturfag og om hvordan naturfagene bør organiseres; hva er begrunnelsene bak integrert eller fagdelt naturfag, hvilken plass skal samfunnspektivet ha i skolens naturfag eller hvordan begrunnes det praktiske arbeidet i skolefaget. Den nye utgaven er utvidet med nyere teori om læring. Kjønnsperspektivet i naturfaget og stereotypiene som lever om de ulike vitenskapsfagene er områder som har vært gjenstand for forskning, og forskningsresultater presenteres. Boka setter naturfaget både i et nordisk og i et internasjonalt perspektiv og presenterer forskning som viser at naturvitenskap har en helt annen posisjon blant elever og foreldre i utviklingsland enn i vår del av verden. I en tid med stort behov for ny teknologi på viktige samfunnsområder, er laber interesse for naturvitenskap og teknologi et faresignal og til ettertanke.

Lærerstudentene trenger fagkunnskaper for å kunne bli gode lærere i faget. I tillegg trenger de kunnskaper i fagenes didaktikk. Fagdidaktikk fremmer studentens egen læring i faget, gir kunnskaper og forståelse for elevenes læring i faget og gir kunnskap om og innblikk i fagets egenart og teorier.

Men kunnskaper i fag og fagdidaktikk er ikke nok. Å være lærer i naturfag betyr å kunne argumentere overfor elever, foreldre og kanskje skoleledelse om hvorfor vi skal ha naturfag, hvordan undervisningen skal organiseres, utvalg av lærestoff og valg av

**Svein Sjøberg:**

**Naturfag som allmenndannelse, En kritisk fagdidaktikk, 3.utg. 2009**

**ISBN: 9788205376441**

**Pris kr 498,-**

**Sidetall: 430**

**Gyldendal norsk forlag**



metoder. Jevnlige undersøkelser om elevenes kunnskaper i og om naturfag påvirker også en naturfaglærer og gjør at en naturfaglærer lett blir involvert i debatter om forholdene i norsk skole. Som lærere i naturfag får vi også spørsmål om emner som ikke er naturvitenskap, men som ikler seg vitenskapelig terminologi.

*Naturfag som allmenndannelse* er med på å gi naturfaglæreren naturfaglæreridentitet og evne til å skille naturvitenskap fra pseudovitenskap og argumentasjon fra synsing. Den nye utgaven er fremdeles den boka mange av oss har lært å kjenne og som har gjort den til et standardverk, men den er også oppdatert i forhold til nyere undersøkelser og forskning og til dagens skoledebatt. En viktig bok for alle naturfaglærere på alle nivåer i utdanningsløpet.

# Biologididaktikk

*Biologididaktikk* er en bok som behandler en rekke av de mest sentrale spørsmålene som knytter seg til undervisningen i biologi og til andre former for formidling av biologikunnskap. Biologiens didaktikk handler om *hva* som læres i biologi, *hvorfor* det læres, og *hvordan* og *hvor* det læres.

Boka er beregnet på studenter og lærere som underviser i biologi, først og fremst på ungdomstrinnet og i den videregående skolen. Den er skrevet spesielt med tanke på bruk i den praktisk-pedagogiske utdanningen, i allmennlærerutdanningen og i masterstudier i naturfagdidaktikk. Boka er også ment å være en kilde til utvidet kunnskap og inspirasjon for den erfarne læreren som ønsker å oppdatere seg. Bokas ulike kapitler gir leserne innsikt i den nyeste kunnskapen som den fagdidaktiske forskningen har framskaffet om undervisning og læring i biologi og gir brukerne av boka et grunnlag for refleksjon over egen undervisnings- eller formidlingspraksis. Bokas kapitler gir også eksempler på ideer og forslag til tilnærminger og undervisningsopplegg, og gir konkrete tips som kan komme til nytte i undervisningen.

Kapitlene i boka er skrevet av erfarne fagdidaktikere, som alle har bred erfaring fra skole, lærerutdanning og fagdidaktisk forsknings- og utviklingsarbeid. I de enkelte kapitlene utdyper forfatterne aktuelle tema og problemstillinger som biologi- og naturfaglærere møter i sin undervisningshverdag: biologi som vitenskapsdisiplin og som skolefag, ungdomskultur og elevenes interesse for biologi, holdninger til skolens naturfag, elevaktive undervisningsformer, etiske problemstillinger, bruk av modeller og digitale hjelpemidler og eksamen i faget.



**Alex Strømme, Camilla Schreiner,  
Per Odd Eggen og Peter van Marion:**  
**Biologididaktikk**  
**ISBN 978-82-7634-595-7**  
**Pris: Kr. 329,-**  
**Sidetall: 224**  
**Høyskoleforlaget**

## BOKOMTALE

# Nye lærebøker i geofag for den videregående skole

Med disse bøkene foreligger det et komplett læreverv for geofag i den videregående skole. *Terra Mater* er ment å dekke Geofag X/ Geofag 1. *Terra Nostra* er beregnet for geofag 2, og er skrevet av åtte ulike forfattere. Ole G. Karlsen har bearbeidet og redigert fagstoffet, så det har fått et enhetlig preg. Geofag slik det fremstilles i skolen, handler om naturmiljøet – om berggrunn, landformer, løsmasser, vann og atmosfære. Dermed følger tema som naturressurser, klimaendringer og naturkatastrofer. Det er en stor utfordring å skrive et læreverv som omfatter så mange tema og som skal behandles på flere nivåer. Det hadde naturligvis vært enklere om man kunne behandle ferdig noen tema i Vg2 og så resten i Vg3. I tillegg til at undervisningen skal fordeles på disse to trinnene, er noen tema delvis kjent fra grunnskolen eller fra Vg1.



**Ole G. Karlsen (red.):**  
**"Terra Nostra"**  
ISBN 978-82-03-33726-0  
Pris: 549 kr  
319 sider  
Aschehoug, 2008



**Ole G. Karlsen:**  
**"Terra Mater"**  
ISBN 978-82-03-33648-5  
Pris: 549 kr  
256 sider  
Aschehoug, 2007

Deler av geofaget er sterkt fysisk/matematisk basert. Men for å kunne undervise i faget i videregående skoletrinn, må en i stor grad velge beskrivende stoff. Dette fører lett til at det blir mye tall, noe forfatterne ikke har klart å unngå. Det kan gjøre det vanskelig å huske stoffet og å sette det i en sammenheng. Men i det store å hele må man si at forfatterne har lykket bra med behandlingen av lærestoffet. Bøkene er rikt illustrert og har et tiltalende utseende.

## Krydder til undervisninga: Glimt fra eksperimentets historie

Leif Wedøe er ein engasjert pensjonert fysiker som er opptatt av at fysikkfaget og vitenskapen skal nå ut til folket. Wedøe har etter han blei pensjonist skrive to bøker om fysikken i daglegdagse fenomen, *"Hvorfor faller ikke skyene ned?"* og *"Hvor fort går bølgene?"*. No kjem ei ny bok frå Wedøe: *"Glimt fra eksperimentets historie"*.

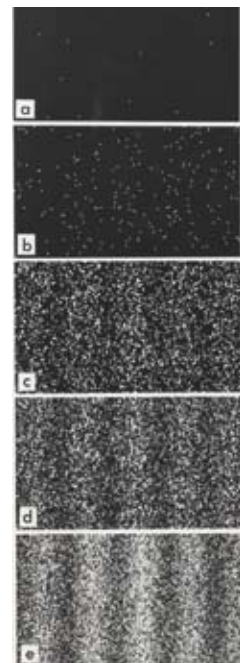
Det er først og fremst sentrale eksperiment av eldre dato som er tatt med i boka, og kvart av dei er satt inn i den historiske sammenheng dei står i. Det faglege innhaldet blir forklart og kvifor desse eksperimenta var så avgjerande i si tid. Nokre av dei er så kompliserte at dei krev meir forklaring, og dei har tilleggsforklaring bak i boka. Alle eksperimenta er bygd på andre sin kunnskap, og det er alltid ein eller fleire personar som får ære for arbeidet. Det er ikkje alltid at æra blir gjeven til rett person, og dette aspektet er og tatt med saman med spennande opplysningar om dei vitebegjærlige forskarane. Det er eksperiment innan naturvitenskapen som dominerer i boka, men fleire eksperiment innan psykologien er og med. I tillegg er det døme på språklege og økonomiske forsøk. Dei fleste eksperimenta spring ut i frå ein hypotese som ein ynskjer å testa ut, i tillegg til at dei er bygd på andre sine eksperiment. Det er fleire døme på det, bl.a. eksperimenta til Galilei, Santorini og eksperimentet som omhandlar åtfærd til fangar og fangevaktarar dvs. *"The Stanford Prison Experiment"*.

Det er fleire årsaker til at eit eksperiment blir kjent, og det er ikkje alltid like ærefullt. Wedøe har tatt med *"Verdens mest berømte mislykkede eksperiment"*, pseudovitenskap, som ga seg ut for å vera vitenskap, og kald fusjon. Nokre eksperiment vart gjort på feil grunnlag, men dei har likevel treft borti noko. Eksperimentet *"Verden er liten"* om nettverksbygging viser det. Ein sjeldan gong kan små tilfeldigheitlar få store konsekvensar. Då gjeld det at personen som oppdagar det skjønner potensialet i det dei ser. Oppdaginga av penicillinet og radioaktiviteten er slike hendingar. Nokre eksperiment er ofte blitt omtalt i klasserom verda rundt, men dei har sannsynlegvis aldri blitt gjennomført. Etter alt sannsyn slepte ikkje Galilei to kuler frå det skeive tårnet i Pisa. Det kan ha vore eit tankeeksperiment frå undervisninga hans. Tankeeksperiment er kjent for dei fleste av oss, men dei har og ein solid plass i historia. Maxwell, Newton, Aspect og Einstein sine høyrer med til dei mest berømte.

Det siste eksperimentet som er tatt med er ikkje ringare enn *"Verdens vakreste eksperiment"* kåra av tidskriftet *Physics World*. Det er Youngs dobbeltspalteeksperiment med elektron, og ord som openbaring, enkelt og elegant blei brukt for å skildra det, sjå bilete til høgre.

Den gode historia er eit anerkjent didaktisk verkemiddel. Boka til Wedøe inneheld 36 gode historier som ein kan bruke til krydre undervisninga. Dei kan bidra til å vekke interessa for noko som for enkelte elevar er tørt og kjedeleg, og det kan bidra til å gjera faget meir spennande for både lærar og elev.

**Youngs dobbeltspalteeksperiment med elektron utført av C. Jönsson, P.G. Merli og A. Tonomura.**



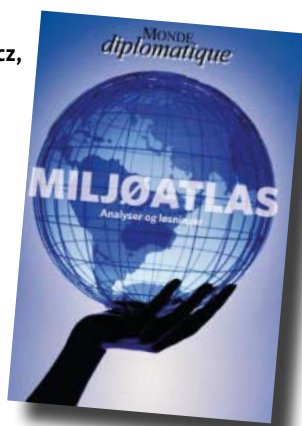
**Leif Wedøe:**  
**Glimt fra eksperimentets historie.**  
**Fra svingende lamper til fangens dilemma.**  
**ISBN 978-82-02-29445-8**  
**Pris: 299 kr**  
**184 sider**  
**Cappelen Damm, 2009.**



## BOKOMTALE

### Miljøatlas – analyser og løsninger

Miljøatlas  
Redaktører: Philippe Rekacewicz,  
Philippe Bovet og Agnès Sinaï  
ISBN 978-82-430-0483-2  
Pris Kr. 299  
96 sider  
Spartacus



Miljøatlas til Le Monde diplomatique er gitt ut på norsk. Atlasen består av 42 artikler skrevet av journalister og internasjonale miljøforskere. Artikkelen analyserer dagens globale miljøutfordringer og vurderer ulike tiltak som har blitt presentert de siste åra, sett med franske, spanske og arabiske øyne.

Fokuset i artiklene er i hovedsak globalt eller regionalt, men også med mer konkrete lokale eksempler fra noen store verdensbyer. Artikkelen er illustrert med grafer og kart. Til hver artikkel er det dessuten lenker til nettressurser for videre lesing. Atlasen er nyttig lesning for dem som vil se litt ut over situasjonen i Norge, og som bakgrunn for elever som jobber med temaoppgaver.

Le Monde diplomatique er månedsavisen til den franske avisen Le Monde. Avisen utgis i 46 forskjellige papirutgaver på 26 språk, og har et samlet opplag på 2,4 millioner eksemplarer (jan. 2009).

### Naturen – temanummer

Naturen -temanummer  
ISBN 0028-0887  
Pris: 80 kr for enkeltnummer  
560 kr for årsabonnement  
64 sider



Norges eldste populærvitenskapelige tidsskrift er ute med et temanummer for å markere Darwinjubileene og den felles presentasjonen av Charles Darwin og Alfred Wallace sin teori om evolusjon ved naturlig utvalg i 1858.

I heftet finner vi seks artikler, skrevet av anerkjente evolusjonsbiologer, som omfatter "Darwins teorier fra begynnelsen og frem til i dag, "state of the art" for den moderniserte teorien, om artsmangfoldet, menneskets evolusjon og endelig evolusjonsteoriens betydning innen vår forståelse av infeksjonssykdommer og fiskeriforvaltning".

Artikkelen favner vidt og bør være nyttig lesning for alle som underviser innen området.